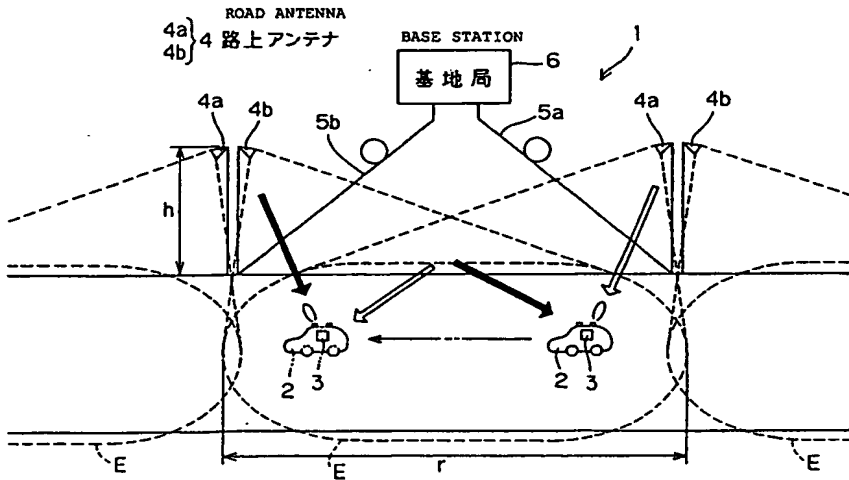


<p>(51) 国際特許分類 H04B 7/10, 7/08, 7/26, 10/00, H04J 11/00, G08G 1/09</p>	A1	<p>(11) 国際公開番号 WO00/39944</p> <p>(43) 国際公開日 2000年7月6日(06.07.00)</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 45%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04314</p> <p>(22) 国際出願日 1999年8月9日(09.08.99)</p> <p>(30) 優先権データ            特願平10/367763      1998年12月24日(24.12.98)      JP            特願平10/367764      1998年12月24日(24.12.98)      JP            特願平10/367765      1998年12月24日(24.12.98)      JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 亀村昭寛(KAMEMURA, Akihiro)(JP/JP) 荒木 正(ARAKI, Tadashi)(JP/JP) 久津木研二(KUTSUKI, Kenji)(JP/JP) 田中啓二(TANAKA, Keiji)(JP/JP) 平方宣行(HIRAKATA, Noriyuki)(JP/JP) 〒554-0024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka, (JP)</p> </td> <td style="width: 55%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(74) 代理人 弁理士 亀井弘勝(KAMEI, Hirokatsu) 〒541-0054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目5番20号 住宅金融公庫・住友生命ビル12F あい特許事務所内 Osaka, (JP)</p> <p>(81) 指定国      KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p> </td> </tr> </table>			<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04314</p> <p>(22) 国際出願日 1999年8月9日(09.08.99)</p> <p>(30) 優先権データ            特願平10/367763      1998年12月24日(24.12.98)      JP            特願平10/367764      1998年12月24日(24.12.98)      JP            特願平10/367765      1998年12月24日(24.12.98)      JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 亀村昭寛(KAMEMURA, Akihiro)(JP/JP) 荒木 正(ARAKI, Tadashi)(JP/JP) 久津木研二(KUTSUKI, Kenji)(JP/JP) 田中啓二(TANAKA, Keiji)(JP/JP) 平方宣行(HIRAKATA, Noriyuki)(JP/JP) 〒554-0024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka, (JP)</p>	<p>(74) 代理人 弁理士 亀井弘勝(KAMEI, Hirokatsu) 〒541-0054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目5番20号 住宅金融公庫・住友生命ビル12F あい特許事務所内 Osaka, (JP)</p> <p>(81) 指定国      KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04314</p> <p>(22) 国際出願日 1999年8月9日(09.08.99)</p> <p>(30) 優先権データ            特願平10/367763      1998年12月24日(24.12.98)      JP            特願平10/367764      1998年12月24日(24.12.98)      JP            特願平10/367765      1998年12月24日(24.12.98)      JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)(JP/JP) 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 亀村昭寛(KAMEMURA, Akihiro)(JP/JP) 荒木 正(ARAKI, Tadashi)(JP/JP) 久津木研二(KUTSUKI, Kenji)(JP/JP) 田中啓二(TANAKA, Keiji)(JP/JP) 平方宣行(HIRAKATA, Noriyuki)(JP/JP) 〒554-0024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka, (JP)</p>	<p>(74) 代理人 弁理士 亀井弘勝(KAMEI, Hirokatsu) 〒541-0054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目5番20号 住宅金融公庫・住友生命ビル12F あい特許事務所内 Osaka, (JP)</p> <p>(81) 指定国      KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>			
<p>(54) Title:    COMMUNICATION SYSTEM BETWEEN ROAD AND VEHICLE</p> <p>(54) 発明の名称    路車間通信システム</p>				
				
<p>(57) Abstract</p> <p>Road transmission antennas (4a, 4b) are arranged along the road, and the road transmission antennas (4a, 4b) radiate radio waves of the same frequency and the same contents in the same cell (E). On-board devices (3) that receive the radio waves radiated from the road transmission antennas (4a, 4b) are adapted for directional diversity reception. Even if a small car enters a shadow region caused by large car, a communication between the small car and the road may not be interrupted.</p>				

路上送信アンテナ(4a,4b)を道路に沿って配置し、それぞれの路上送信アンテナ(4a,4b)から同一周波数、同一内容の電波を同一セル(E)内に放射し、路上送信アンテナ(4a,4b)から放射されてくる電波を受信する車載装置(3)は、指向性ダイバーシチ受信を行う。小型車が大型車の電波遮蔽エリアに入っても、路上と車両との連続的な通信が可能となる(図1)。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MA	モロッコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサウ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	MZ	モザンビーク	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

## 路車間通信システム

## &lt;技術分野&gt;

- 5      本発明は、複数の路上アンテナを道路に沿って配置し、道路にセルを形成することにより路上と移動局との移動通信を可能にする路車間通信システムに関する。

## &lt;背景技術&gt;

- 道路管理者と車両との間の通信需要は、今後ますます増加する方向にある。
- 10    特に高速道路において、車両の運転者に負担をかけずに、かつ、互いに事故を起こさないような道路走行を実現しようとするれば、道路側の情報と車両側の情報とを頻繁にやり取りする必要がある。このようなシステムを発展させていくと、道路と車両との両方に各種センサやカメラを網羅し、道路側と車両側とで緊密に連絡しあって車両が走行する自動運転システムにつながって
- 15    いく（例えば、特開平 8-241495 号公報参照）。

自動運転システムへの将来的拡張を考慮し、車両との間の通信を利用した運転支援システム（以下「路車間通信システム」という）を構築するにあたっては、道路上に通信エリア（セル）を設ける必要がある。

- そこで、道路に沿って漏洩同軸ケーブルを敷設することが考えられるが、
- 20    敷設工事が大掛かりになる上、漏洩同軸ケーブルを地面から比較的低い位置に設置する必要があるので、車線横断方向に電波の届く距離が短いという欠点がある。

- これに対して、図 28 に示すように、路上アンテナ 120 を所定間隔で道路の各所に設置して通信を行うようにすれば、1つの路上アンテナ 120 で
- 25    比較的広いセル 121 を確保することができる。この場合、路上アンテナは、光ファイバ、同軸ケーブルなどを介して道路管理者側の制御局にそれぞれ結合されている。

(A)路上アンテナを設置した場合、大型車が小型車に接近すると、小型車から路上アンテナを見通せなくなることがある。図 29 は、特に、小型車が

型車の電波遮蔽エリア 1 2 2 に入っている状態を示す。周波数の高いマイクロ波やミリ波は回折角が小さく、遮蔽されやすい。このため、路車間において通信が途絶えてしまって通信ができなくなるという問題がある。

5 本発明は、路上と車両との連続的な通信を可能にする路車間通信システムを提供することを目的としている。

(B) 路上アンテナを設置すれば、道路の付近の構造物が反射体になったり、複数の車両がセル内に存在することにより、マルチパス遅延波が発生して、搬送波間干渉や符号間干渉が起こるのが通常である。符号間干渉が生じると、受信電波の受信レベルが大きくても、ビット誤り率が改善されずに、いわゆるフロア誤りが生じることになる。

一般に、シングルキャリア(単一搬送波)を用いた移動体通信方式では、マルチパス遅延波による符号間干渉の影響を避けるため、伝送線路と逆特性を持つ等化器を受信機に備えることが行われている。

15 しかし、自動車はセル内で高速移動するため、受信電界の時間当たりの変動が大きくて等化器の計算速度が追いつかず、ある一定の伝送誤り率以下で信号伝送を行うことはできない。また、等化器を実現するためのハードウェアの規模が大きくなり、消費も大きくなるという欠点がある。

そこで、本発明の目的は、搬送波間干渉や符号間干渉を防止でき、路上と車両との安定な通信を可能にする路車間通信システムを提供することである。

20 <発明の開示>

(1) 前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、路上送信アンテナを道路に沿って配置し、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載装置は、指向性ダイバーシチ受信を行う(請求項 1)。

25 本発明では、複数の路上送信アンテナから同一内容のデータにより変調された信号に基づいて電波が放射される。この場合、各路上送信アンテナは固有の指向性(無指向性も含む)を有するから、各路上送信アンテナから放射される電波は、道路を走行する車両に対して異なる方向から到来する。した

5 がつて、車両の一方からの電波が大型車によって遮蔽されても、車載装置では、車両の他方からの電波の受信レベルが相対的に大きくなる。したがって、車載受信アンテナでダイバーシティ受信をすれば、一方からの電波が遮蔽されている場合であっても、路上送信アンテナと車載装置との通信は可能になる。

このように、車両に対して複数の方向から電波を到来させるようにしているから、同一セル内において路上と車両との連続的な通信が途絶えることはない。そのため、車両に対して漏れなく道路交通データを提供できる。よって、この路車間通信システムは自動運転システムにも最適である。

10 前記ダイバーシティ受信を、前記車載受信アンテナにより受信された電波の各指向性ごとの受信レベルに基づいて行ってもよい（請求項2）。

車載受信アンテナにおける受信レベルは、通常、車両に近い路上送信アンテナからの電波ほど大きな値となる。しかし、例えば受信レベルが最大となるはずの電波到来方向に大型車が走行していてその電波が遮蔽される場合には、別の位置にある路上送信アンテナからの電波の受信レベルの方が大きな値をとる可能性がある。このような場合を考慮し、車載受信アンテナにより  
15 受信された電波の受信レベルを直接検出し、そのうえで受信する指向性を変更するようにすれば、一層良好な通信を実現できる。

ダイバーシティ受信は、(a)車載受信アンテナにより受信された後、復号する  
20 前の信号を切り換え又は合成する、(b)車載受信アンテナにより受信され、復号された後の符号を切り換え又は合成する、のいずれかの方法により行える（請求項3）。

前記車載受信アンテナは、アレイアンテナであり、前記車載装置は、前記車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベル又は位相を各アンテナ  
25 ごとに検出するための受信信号検出手段をさらに有し、前記ダイバーシティ受信手段は、前記受信信号検出手段により検出された受信レベル又は位相の情報を用いて、ダイバーシティ受信を行うものであってもよい（請求項4）。

この構成は、車載受信アンテナに、アレーアンテナやアダプティブアレーアンテナを使用する場合を想定している。アンテナの位相制御をすれば、所

望の指向性を得ることができる。

路上送信アンテナに信号を供給するのに、光ファイバ無線伝送方式を用いれば（請求項5）、路上送信アンテナごとに周波数変換装置を含む信号送出装置を設ける必要がないので、路上送信アンテナの構成を簡素化できる。

- 5 データの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重（OFDM）方式を採用することができる（請求項6）。異なる方向から到来する電波を受信するので、マルチパスに強いOFDM方式を好適に採用することができる。特に、シンボルごとにガード時間を設けるので、マルチパスによる遅延に起因する符号間干渉を避けるのに有効である。

- 10 なお、複数の路上送信アンテナから同一セルに送信を行なう場合、局間での搬送周波数の微妙な差異が生ずるおそれがあるが、OFDMは、搬送周波数の差異による伝送品質の劣化が他の伝送方式に比べて劣ることが知られている。この問題に対しては、前記光ファイバ無線伝送方式が極めて有効かつ経済的な解決法であり、これにより各局の搬送波周波数を完全に一致させる
- 15 ことができる。

前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、車載装置から複数の方向に向けて放射されてくる電波を受信する複数の路上受信アンテナを含むシステムであって、前記複数の路上受信アンテナは、同一セル内に指向性を向けた状態で配置され、それぞれの路上受信アンテナにより受信され

- 20 た信号に基づいてダイバーシチ受信を行う（請求項7）。

この路車間通信システムでは、車両側から複数の方向に向けて電波が放射され、路上側に対してデータが提供される。複数の路上受信アンテナは、同一セル内に指向性を向けた状態で配置され、それぞれの路上受信アンテナにより受信された信号に基づいてサイトダイバーシチ受信を行う。その結果、

25 各路上受信アンテナにおける受信電界はマルチパスの影響を受けても、路上側において電波を確実に受信することができ、データを誤りなく復元することができる。

前記ダイバーシチ受信を、前記路上受信アンテナにより受信された電波の受信レベルに基づいて行ってもよい（請求項8）。

例えば車載装置からの受信レベルが最大となるはずの路上受信アンテナの方向に大型車が走行していてその電波が遮蔽される場合には、別の位置にある路上受信アンテナの受信レベルの方が大きな値をとる可能性がある。このような場合を考慮し、路上受信アンテナにより受信された電波の受信レベル

5   を検出し、そのうえで受信する路上受信アンテナを変更するようにすれば、一層良好な通信を実現できる。

ダイバーシチ受信は、(a)路上受信アンテナにより受信された後、復号する前の信号を切り換え又は合成する、(b)路上受信アンテナにより受信され、復号された後の符号を切り換え又は合成する、のいずれかの方法により行える

10   (請求項 9)。

路上受信アンテナから信号を受けるのに、光ファイバ無線伝送方式を用いれば (請求項 10)、路上受信アンテナごとに周波数変換装置を含む信号送出装置を設ける必要がないので、路上受信アンテナの構成を簡素化できる。

データの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重 (OFDM) 方式を採用することができる (請求項 11)。他車両による遮蔽、周辺の構造物による反射が高い頻度で発生する条件で、道路上の車両から到来する電波を受信するので、マルチパスに強い OFDM 方式を好適に採用することができる。特に、シンボルごとにガード時間を設けるので、マルチパスによる遅延に起因する符号間干渉を避けるのに有効である。

15

(2) 前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、路上送信アンテナを道路に沿って配置し、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、道路又はその近傍に、前記複数の路上送信アンテナから放射される電波の受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるための位置マーカを配置し、路上送信アンテナから放射されてくる電波を車載アンテナで受信する車載装置は、道路又はその近傍に配置

20

25   された位置マーカを検出することに応じて、車載アンテナの指向性の切り換え、又は受信信号の切換え若しくは合成を行う (請求項 12)。

この路車間通信システムでは、最大受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるための位置マーカが、道路上などに設けられており、この位置マ

一かに達したことを検出して車載受信アンテナの指向性の変更、又は受信信号の切換え若しくは合成をするようにしているから、受信レベルを直接検出して比較する場合に比べて簡単な処理で済む。

なお、「車載受信アンテナの指向性を位相制御によって切り替える」とは、

- 5 例えば車載受信アンテナとしてアレイアンテナを用いたときの、指向性を換えるための受信位相の制御のことをいう。

- (3)前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、それぞれ固有の偏波特性を有する路上送信アンテナを道路に沿って配置し、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、
- 10 路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載装置は、偏波ダイバーシチ受信を行うものである（請求項13）。

- 本発明では、複数の路上送信アンテナから同一内容のデータにより変調された信号に基づいて偏波特性の異なる電波が放射される。この場合、各偏波特性の異なる電波は、伝搬特性が異なるから、道路を走行する車両に対して、
- 15 一般的に異なる電界強度で受信される。したがって、一方の偏波特性の電波が大型車によって遮蔽されても、車載装置では、他方の偏波特性の電波を受信することはできる。したがって、車載受信アンテナの偏波特性の切り換え等をすれば、一方からの電波が遮蔽されている場合であっても、路上送信アンテナと車載装置との連続通信は可能になる。

- 20 前記車載装置は、前記車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベルを各偏波特性ごとに検出し、この検出された受信レベルに基づいてダイバーシチ受信を行うものであってもよい（請求項14）。

- 車載受信アンテナにおける受信レベルは、通常、車両に近い路上送信アンテナからの電波が最も大きな値となる。しかし、例えば受信レベルが最大となるはずの電波到来方向に大型車が走行していてその電波が遮蔽される場合には、別の位置にある路上送信アンテナからの電波の受信レベルの方が大きな値をとる可能性がある。
- 25

本発明では、このような場合を考慮し、車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベルを直接検出し、そのうえで受信する偏波特性を変更する



ようにしているから、一層良好な通信を実現できる。

- ダイバーシチ受信は、車載受信アンテナにより受信された後、復号する前の信号を切り換え若しくは合成するか、又は車載受信アンテナにより受信され、復号された後の符号を切り換え若しくは合成することにより行うことができる（請求項 15）。

- 前記車載受信アンテナは、偏波アレイアンテナであり、前記車載装置は、前記車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベル又は位相を各アンテナごとに検出するための受信信号検出手段をさらに有し、前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信信号検出手段により検出された受信レベル又は位相の情報をを用いて、ダイバーシチ受信を行うものであってもよい（請求項 16）。

この構成は、車載受信アンテナに、アレーアンテナやアダプティブアレーアンテナを使用する場合を想定している。アンテナの位相制御をすれば、所望の偏波を受信することができる。

- 同一内容のデータにより変調された信号を複数の伝送線を通して路上送信アンテナに送出するための信号送出装置をさらに有し、前記伝送線に信号を送出する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であることが可能である（請求項 17）。本発明によれば、信号送出装置からは無線周波数の信号が光ファイバを通して路上送信アンテナに給電されるから、路上送信アンテナごとに周波数変換装置を含む信号送出装置を設ける必要はない。そのため、路上送信アンテナの構成を簡素化できる。

- データの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重（OFDM）方式を採用することができる（請求項 18）。異なる方向から到来する電波を受信するので、マルチパスに強い OFDM 方式を好適に採用することができる。特に、シンボルごとにガード時間を設けるので、マルチパスによる遅延に起因する符号間干渉を避けるのに有効である。

なお、複数の路上送信アンテナから同一セルに送信を行なう場合、局間での搬送周波数の微妙な差異が生ずるおそれがあるが、OFDM は、搬送周波数の差異による伝送品質の劣化が他の伝送方式に比べて劣ることが知られている。この問題に対しては、前記光ファイバ無線伝送方式が極めて有効かつ

経済的な解決法であり、これにより各局の搬送波周波数を完全に一致させることができる。

前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、車載装置から複数の偏波特性で放射されてくる電波を受信する複数の路上受信アンテナを含む路車間通信システムであって、前記複数の路上受信アンテナは、それぞれ固有の偏波特性を有し、同一セル内に指向性を向けた状態で配置され、それぞれの路上受信アンテナにより受信された信号に基づいてダイバーシチ受信を行う（請求項 19）。

本発明では、車両側から路上側に対して車両データが提供される。車載装置は、車載送信アンテナから複数の偏波特性で電波を放射する。その結果、これらの電波は、各路上受信アンテナにおいて受信される。各偏波特性の異なる電波は、伝搬特性が異なる。したがって、一方の偏波特性の電波が大型車によって遮蔽されても、路上受信アンテナは、他方の偏波特性の電波を受信することができ、車載装置と路上受信アンテナとの連続通信が可能になる。

前記複数の路上受信アンテナの受信レベルを偏波特性ごとに検出するための受信レベル検出手段をさらに有し、前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信レベル検出手段により検出された受信レベルに基づいてダイバーシチ受信を行うものであってもよい（請求項 20）。

例えば車載装置からの受信レベルが最大となるはずの路上受信アンテナの方向に大型車が走行していてその偏波の電波が遮蔽される場合には、別の位置にある偏波特性の異なる路上受信アンテナの受信レベルの方が大きな値をとる可能性がある。このような場合を考慮し、路上受信アンテナにより受信された電波の受信レベルを検出し、そのうえで受信する路上受信アンテナを変更するようにすれば、一層良好な通信を実現できる。

前記ダイバーシチ受信手段は、路上受信アンテナにより受信された信号を切り換え若しくは合成する、又は 路上受信アンテナにより受信された信号を復号し、その復号された符号を切り換え若しくは合成することによりダイバーシチ受信を行うことができる（請求項 21）。

本発明の路車間通信システムは、路上受信アンテナが受信した信号を、伝

送線を通して受ける信号受信装置をさらに有し、前記伝送線に信号を伝送する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であってもよい（請求項 22）。

- 5 本構成によれば、路上受信アンテナにおいて受信された受信信号を高周波のまま伝送線に送出できるから、信号選択装置において各受信信号の受信レベルを高周波レベルのまま容易に比較できる。そのため、路上受信アンテナおよび信号選択装置の構成を簡素化できる。

車載装置におけるデータの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重（OFDM）方式を採用することができる（請求項 23）。

- 10 他車両による遮蔽、周辺の構造物による反射が高い頻度で発生する条件下で、道路を走行する車両から到来する電波を受信するので、マルチパスに強い OFDM 方式を好適に採用することができる。特に、シンボルごとにガード時間を設けたので、マルチパスによる遅延に起因する符号間干渉を避けるのに有効である。

- 15 (4) 前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、固有の偏波特性を有する路上送信アンテナを道路に沿って配置し、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、道路又はその近傍に、前記複数の路上送信アンテナから放射される電波の受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるための位置マーカを配置し、車載装  
20 置は、路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信するための異なる偏波特性を有する車載受信アンテナと、前記位置マーカに達したことを検出するためのマーカ検出手段と、前記マーカ検出手段により車道路又はその近傍に配置された位置マーカを検出することに応じて、車載アンテナの偏波特性の切り換え、受信信号の切換え若しくは合成を行う（請求項 24）。

- 25 この路車間通信システムでは、最大受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるための位置マーカが、道路上などに設けられており、この位置マーカに達したことを検出して車載受信アンテナの偏波特性を変更するようにしているから、受信レベルを直接検出して比較する場合に比べて簡単な処理で済む。

なお、「車載受信アンテナの偏波特性を位相制御によって切り替える」とは、例えば車載受信アンテナとして偏波アレイアンテナを用いたときの、偏波特性を換えるための受信位相の制御のことをいう。

- (5) 前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、複数の路上送信アンテナを道路に沿って異なる位置に配置し、それぞれの路上送信アンテナから同一内容データをのOFDM変調した電波を同一セル内に放射し、車載装置は、前記路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信し、受信した電波の復調を行うものである（請求項25）。

- この路車間通信システムでは、複数の路上送信アンテナから同一内容のデータによりOFDM変調された信号に基づいて電波が放射される。この場合、各路上送信アンテナから放射される電波は、道路を走行する車両に対して異なる方向から到来する。したがって、車両の一方からの電波が大型車によって遮蔽されても、車載装置では、車両の他方からの電波の受信レベルが大きくなる。したがって、路上送信アンテナと車載装置との連続的な通信が可能になる。

また、他車による遮蔽、周辺の構造物による反射が高い頻度で発生する条件下で、道路を走行する車両から到来する電波を受信するので、マルチパスが発生しやすい環境にあるが、本発明ではマルチパスに強いOFDM方式を好適に採用している。したがって、通信の質を低下させることがない。

- 前記路車間通信システムは、同一内容のデータにより変調された信号を複数の伝送線を通して路上送信アンテナに送出するための信号送出装置をさらに有し、前記伝送線に信号を送出する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であってもよい（請求項26）。

- 本構成によれば、信号送出装置からは無線周波数の信号が光ファイバを通して路上送信アンテナに給電されるから、路上送信アンテナごとに周波数変換装置を含む信号送出装置を設ける必要はない。そのため、路上送信アンテナの構成を簡素化できる。

データのOFDM変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けたOFDM方式を採用することが好ましい（請求項27）。シンボルごとにガード時

間を設けると、マルチパスによる遅延に起因する符号間干渉を避けるのに有効である。

前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、車載装置の車載送信アンテナから、OFDM変調された電波を放射し、道路に沿って異なる位置に、同一セル内に指向性を向けた状態で複数の路上受信アンテナを配置し、それぞれの路上受信アンテナにより受信された信号に基づいてデータの復調を行うものである（請求項28）。

本発明では、車両側から路上側に対して車両データが提供される。この場合、車載装置では、車載送信アンテナから電波が放射され、各路上受信アンテナにおける受信レベルは、マルチパスの影響を受ける。本発明では、複数の路上受信アンテナで受信することと、マルチパスに強いOFDM方式を採用することにより、路上側において電波を確実に受信することができ、車両データを誤りなく復元することができる。

前記路車間通信システムは、路上受信アンテナにより受信された信号を路上受信手段に送出するための伝送線に信号を送出する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であってもよい（請求項29）。本構成によれば、路上受信アンテナからは無線周波数の信号が光ファイバを通して路上受信手段に給電されるから、路上受信アンテナごとに周波数変換装置を含む信号送出装置を設ける必要はない。そのため、路上受信アンテナの構成を簡素化できる。

車載装置におけるデータのOFDM変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けたOFDM方式を採用することができる（請求項30）。シンボルごとにガード時間を設けると、マルチパスによる遅延に起因する符号間干渉を避けるのに有効である。

(6) 前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムによれば、前記複数の路上送信アンテナは、1つのセルを分割した複数のサブエリアをそれぞれ形成するものであることを特徴とする（請求項31）。

本構成によれば、同一内容の道路交通データにより変調された電波がそれぞれ個別のサブエリアに放射されるから、サブエリアが変わるたびに、電波の到来方向が変わる。したがって、あるサブエリアにおいて電波が遮蔽され

ていても、次のサブエリアに達すれば、電波を受信できる。そのため、同一セル内において車両側と路上側との通信が途絶えることはなく、連続的な通信が可能になる。

また、各路上送信アンテナのサブエリアは、1つのセルを分割したものであるから、路上送信アンテナの送信電力は小さくて済む。そのため、路上送信アンテナにかかるコストを低減できる。

なお、サブエリアを形成する場合であっても、各サブエリアの境界付近では、車載装置に対して複数の方向から同時に同一周波数の電波が到来するから、フェージングを回避するために、車載装置においては、最大受信レベルの電波を選択することが好ましい。

(7) 前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、複数の連続したセルにわたって、同一周波数、同一内容の信号により通信を行うことを特徴とする（請求項32）。

この構成であれば、車載装置は、周波数の切換（ハンドオーバー）を行うことなく、道路を走行することができるので、連続した通信ができ、車載装置の構成も簡単になる。

(8) 前記目的を達成するための本発明の路車間通信システムは、前記複数の路上送信アンテナを、前記セルの道路の長手方向に関する境界付近にそれぞれ設置していることを特徴とする（請求項33）。

本構成によれば、路上送信アンテナは、隣接するセルの路上送信アンテナの近傍位置に設置されるから、各路上送信アンテナから放射される電波は、道路を走行する車両に対して異なる方向から到来する。

#### <図面の簡単な説明>

図1は、本発明の第1実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。

図2は、車載装置の構成を示す概念図である。

図3は、地上局の電氣的構成を示すブロック図である。

図4は、基地局内の受信装置の電氣的構成の他の形態を示すブロック図である。

図5は、車載装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図6は、電波の受信レベルを示すグラフである。

図7は、電波の受信レベル及び受信信号の選択処理について説明するための図である。

5 図8は、路上アンテナの設置位置の他の形態を示す図である。

図9は、車載アンテナ12にアダプティブアレーアンテナを適用したときの受信装置46の構成図である。

図10は、本発明の第2実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。

10 図11は、車載装置内の受信装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図12は、本発明の第3実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。

図13は、車載装置の構成を示す概念図である。

図14は、地上局の電氣的構成を示すブロック図である。

15 図15は、車載装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図16は、本発明の第4実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。

図17は、第4実施形態に係る車載装置内の受信装置の電氣的構成を示すブロック図である。

20 図18は、本発明の第5実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。

図19は、車載装置の構成を示す概念図である。

図20は、地上局の電氣的構成を示すブロック図である。

25 図21は、OFDMによるシンボル伝送の様子を周波数軸 $f$ 、時間軸 $t$ 上に図示したグラフである。

図22は、基地局内の受信装置の電氣的構成の他の形態を示すブロック図である。

図23は、車載装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図24は、路上アンテナの設置位置の他の形態を示す図である。

図 2 5 は、本発明の第 6 実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。

図 2 6 は、基地局の電氣的構成を示すブロック図である。

図 2 7 は、路上アンテナの電氣的構成を示すブロック図である。

5 図 2 8 は、従来の路車間通信システムの構成を示す概念図である。

図 2 9 は、従来の路車間通信システムにおける電波の遮蔽を説明するための図である。

<発明を実施するための最良の形態>

－第 1 実施形態（指向性）－

10 図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。この路車間通信システムは、地上局 1 と車両 2 に搭載されている車載装置 3 との間で双方向の通信を行うためのものである。

地上局 1 では、道路に沿って複数のセル E が連続的に形成される。各セル E の道路の長手方向に関する境界付近には、それぞれセル E 内に向く指向性を有する第 1 路上アンテナ 4 a および第 2 路上アンテナ 4 b が設置されている。第 1 路上アンテナ 4 a および第 2 路上アンテナ 4 b からは、同一周波数（例えば 6(GHz) 帯）の電波がセル E 内に放射されるようになっている。具体的には、第 1 路上アンテナ 4 a からは白抜き矢印で示す方向に向けて電波が放射され、第 2 路上アンテナ 4 b からは黒塗り矢印で示す方向に向けて電波が放射される。したがって、セル E 内の各点では、道路の長手方向に関して前後方向から同一周波数の電波が到来することになる。そのため、車両 2 がセル E 内を通過する際には、車両 2 の前後方向から電波を受信することになる。

25 なお、路上アンテナ 4 の地上からの高さ h は、例えば 10(m) であり、セル E の道路の長手方向に関する長さ r は、例えば 100(m) である。

各路上アンテナ 4 a、4 b は、それぞれ光ファイバ 5 a、5 b を介して 1 つの基地局 6 に接続されている。各光ファイバ 5 a、5 b は、それぞれ、上り／下り用の 2 本の光ファイバから構成される。これにより、同軸ケーブルなどを伝送線として用いる場合に比べて、信号の減衰を低く抑えることがで



き、通信品質の劣化を防止できる。ただし、光ファイバ5 a、5 bに代えて、同軸ケーブルを使ってもよいことはもちろんである。

基地局6は、道路交通データにより変調された信号を光ファイバ5 a、5 bを介して各路上アンテナ4 a、4 bに与える。これにより、各路上アンテナ4 a、4 bから放射される電波には、同一の道路交通データが含まれることになる。

また、基地局6は、車載装置3から受け取った車両データ（車両IDコード、および各種センサ（図示せず）において検出された路面状態に関するデータを含む）を各路上アンテナ4 a、4 bから取得し、適切な処理を施す。

図2は、車載装置3の構成を示す概念図である。車載装置3は、車載通信部11と車載アンテナ部12とを有している。車載通信部11は、車両データを含む電波を車載アンテナ部12から放射する。また、車載通信部11は、車載アンテナ部12において受信された各路上アンテナ4 a、4 bからの放射電波に含まれる道路交通データを取得し、この取得された道路交通データを例えばドライバに報知する。

車載アンテナ部12は、車両2の天井に配置された一対の車載アンテナ12 a、12 bを有する。各車載アンテナ12 a、12 bは、車両2の前後方向に沿って並列に配置され、かつ車両2の前後方向に向く指向性をそれぞれ有している。これにより、各車載アンテナ12 a、12 bでは、それぞれ、指向性が向けられている路上アンテナ4 a、4 bから放射される電波が高レベルで受信される。また、車両データを含む電波を放射する際には、各車載アンテナ12 a、12 bから各路上アンテナ4 a、4 bに向けて電波がそれぞれ放射される。

図3は、地上局1の電氣的構成を示すブロック図である。基地局6は、道路交通データを路上アンテナ4に与えるための送信装置21を備えている。送信装置21は、道路交通データに基づいて変調用搬送波を変調し、送信信号を作成するための変調部22を備えている。変調部22における変調方式としては、QPSKが適用可能である。しかしこれ以外に他の変調方式、例えばQAM、BPSK、8PSK等を採用してもよい。しかし以下では、特

に断らない限り Q P S K 変調を行うことを前提として、説明を進める。

送信信号は、ミキサ部 2 3 に与えられる。ミキサ部 2 3 は、送信信号と局部発振部 2 4 から発振されている周波数変換用搬送波とを混合し、例えば 6 (GHz) 帯の無線伝送用の送信信号を作成する。無線伝送用の送信信号は、高周波増幅部 2 5 において増幅された後、電気／光変換部 (E/O) 2 6 においてそのまま光信号に変換される。その後、光信号は、上り用の 2 本の光ファイバ 5 a、5 b に送出される。光ファイバ 5 a、5 b に送出された光信号は、それぞれ、路上アンテナ 4 a、4 b に取り付けられた光／電気変換部 (O/E) 2 7 a、2 7 b にて電気信号に変換された後、各路上アンテナ 4 a、4 b から電波として放射される。

電気／光変換部 (E/O) 2 6 において変換された光信号を光ファイバ 5 a、5 b に送出する際には、光信号を分配しなければならないが、この場合光カプラ 5 9 を使用する。光カプラ 5 9 の構成として、公知のものが使用できる (例えば、Fiber Optic Communications 社の C-N S シリーズ)。

基地局 6 は、また、車両データを路上アンテナ 4 a、4 b から取得するための受信装置 2 8 を備えている。各路上アンテナ 4 a、4 b において車載アンテナ 1 2 a、1 2 b から放射された電波が受信されると、この受信電波に対応する受信信号は、それぞれ、電気／光変換部 (E/O) 2 9 a、2 9 b において光信号にそのまま変換された後、下り用の 2 本の光ファイバ 5 a、5 b にそれぞれ送出され、基地局 6 の受信装置 2 8 に与えられる。

受信装置 2 8 は、2 つの光／電気変換部 (O/E) 3 0 a、3 0 b を有し、この 2 つの光／電気変換部 3 0 a、3 0 b において前記各光信号を元の受信信号に変換する。各受信信号は、高周波増幅部 3 1 a、3 1 b においてそれぞれ増幅された後、半導体スイッチなどから構成されるスイッチ部 3 2 に与えられる。また、増幅後の受信信号は、レベル比較部 3 3 にも与えられる。レベル比較部 3 3 は、各受信信号の受信レベルを比較し、いずれの受信レベルが大きいかを調べる。そして、最大受信レベルを有する受信信号を通過させるように、スイッチ部 3 2 を制御する。

図 3 では、スイッチ部 3 2 によって、2 つの信号を切り換えていたが、所

定の重みで2つの信号を合成する構成をとってもよい。この場合、「所定の重み」は、レベル比較部33で比較された各受信信号の受信レベルに基づいて決められる。

また、図3のブロック図では、スイッチ部32は、高周波増幅部31a、  
5 31bにおいてそれぞれ増幅された高周波信号を切り換えていた。しかし、  
検波部36で検波された後のデータを切り換え又は合成する構成をとっても  
よく、復号部37で復号された後の符号データを切り換え又は合成する構成  
をとってもよい。

図4は、検波部の後段にスイッチ部32を配置し、同期検波後に通過させ  
10 るべき受信信号を選択する構成を示す。さらに詳述すれば、各高周波増幅部  
31a、31bにおいて増幅された受信信号は、ミキサ部34a、34bに  
それぞれ与えられて周波数変換され、検波部に36a、36bにおいて同期検  
波された後、スイッチ部32に与えられる。一方、レベル比較部33は、各  
高周波増幅部31a、31bにおいて増幅された後の受信信号のうち最大受  
15 信レベルを有する受信信号を通過させるように、スイッチ部32を制御する。

このように、検波後に受信信号の選択処理を行うようにすれば、受信信号  
に雑音が入りにくく、信号品質の劣化を防止できるという利点がある。

さらにまた、このような検波後に受信信号の選択処理を行う構成を、図5  
の車載通信部11の受信装置46に適用してもよい。

20 以上図3、図4を用いて説明したように、光ファイバ5a、5bに光信号  
を送出する際の伝送方式として、いわゆる光ファイバ無線伝送方式(A. J.  
Cooper, "FIBER/RADIO FOR THE PROVISION OF CORDLESS/MOBILE TELEPHONY  
SERVICES IN THE ACCESS NETWORK", Electron.Lett., Vol.26, No.24  
(Nov.1990) 参照)を利用している。

25 したがって、各路上アンテナ4a、4bごとに送受信装置を設ける必要が  
なく、送受信装置は基地局6に一括して設置することができるから、路上ア  
ンテナ4a、4bの構成を簡素化できる。また、基地局6では、各路上アン  
テナ4a、4bから与えられた受信信号を高周波のまま処理できる。したが  
って、レベル比較部33において、各受信信号の高周波受信レベルを容易に

比較できる。そのため、受信装置 28 の構成の簡素化を図ることができる。

また、基地局 6 は、いわゆるサイトダイバーシチにより受信信号を選択するようにしているから、後段において正確な車両データを復元することができる。

5      図 3 においてスイッチ部 32 を通過した受信信号は、ミキサ部 34 において局部発振部 35 から発振されている周波数変換用搬送波と混合されて周波数変換された後、検波部 36 に与えられる。そして、検波部 36 において復調用搬送波による同期検波が施された後、復号部 37 に与えられ、車両データに対応する受信符号に変換される。

10      なお、車載装置 3 において道路交通データを正確に復元するためには、路上アンテナ 4 a、4 b からの放射電波に対応する送信信号のデータビットが同期している必要がある。また、変調方式として特に Q P S K などの位相変調を適用する場合には、各路上アンテナ 4 a、4 b の放射電波の周波数差が存在すると、自動周波数補正器 (A F C ; 例えば、” 齊藤洋一著 デジタル  
15      無線通信の変復調 (社) 電子情報通信学会発行 第 119 頁第 10 行-18 行” 参照) が正常に動作せず、ビット誤りの原因となる。また、周波数差が大きくなると同期検波が不可能になり、全く復調できなくなる。

しかし、この地上局 1 では、基地局 6 において作成された高周波信号を光ファイバ 5 a、5 b を介して路上アンテナ 4 a、4 b に分配しているので、  
20      各路上アンテナ 4 a、4 b の放射電波の間に周波数差は生じない。また、光ファイバ 5 a、5 b の間の遅延差を 0 にすれば、送信信号のビット同期も容易に実現できる。

なお、この周波数差を生じないという特徴は、変調部 22 の変調方式に、O F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplex) を採用したときに有効  
25      に発揮される。O F D M は、データを分割し、互いに直交する複数の搬送波を使って多重する変調方式である。O F D M では搬送波の周波数は、狭い間隔で並んでいるので、周波数にずれがあると、搬送波間に干渉が生じ、通信品質が著しく劣化する。そこで、前述したように、光カプラ 59 で分配するファイバ無線伝送方式を採用すれば、路上アンテナ 4 a、4 b から放射され

る搬送波の周波数は原理的に同一なので、このような不都合がない。したがって、マルチパス干渉妨害に強いというOFDMの利点を、本路車間通信システムにおいて遺憾なく発揮することができる。

図5は、車載装置3の電氣的構成を示すブロック図である。車載通信部1  
5 1は、車両データを地上局1に与えるための送信装置41を備えている。送信装置41は、車両データに基づいて変調用搬送波を変調し、送信信号を作成するための変調部42を備えている。変調方式としては、QPSKなどが適用可能である。

送信信号は、ミキサ部43に与えられ、このミキサ部43において局部発  
10 振部44から発振されている周波数変換用搬送波と混合され、無線伝送用の送信信号に変換される。無線伝送用の送信信号は、高周波増幅部45において増幅された後各車載アンテナ12a、12bに供給され、各車載アンテナ12a、12bから電波として放射される。

車載通信部11は、また、路上アンテナ4a、4bから道路交通データを  
15 取得するための受信装置46を備えている。車載アンテナ12a、12bにおいて路上アンテナ4a、4bから放射されている電波が受信されると、受信電波に対応する受信信号は、車載通信部11に与えられる。車載通信部11に与えられた各受信信号は、高周波増幅部47a、47bにおいて増幅させられた後、半導体スイッチなどから構成されるスイッチ部48に与えられる。また、各受信信号は、レベル比較部49にも与えられる。レベル比較部  
20 49は、各受信信号の受信レベルを比較し、いずれの受信レベルが大きいかを調べる。そして、最大受信レベルを有する受信信号を通過させるように、スイッチ部48を制御する。

なお、図5のブロック図では、スイッチ部48によって、2つの信号を切  
25 り換えていたが、所定の重みで2つの信号を合成する構成をとってもよい。この場合、「所定の重み」は、レベル比較部49で比較された各受信信号の受信レベルに基づいて決められる。

また、図5のブロック図では、スイッチ部48は、高周波増幅部47a、47bにおいてそれぞれ増幅された高周波信号を切り換えていた。しかし、

検波部 5 2 で検波された後のデータを切り換え又は合成する構成をとってもよく、復号部 5 3 で復号された後の符号データを切り換え又は合成する構成をとってもよい。

5 このように、車載通信部 1 1 の受信装置 4 6 は、いわゆる指向性ダイバ  
シチにより受信信号を選択するようにしているから、後段において正確な車  
両データを復元することができる。

スイッチ部 4 8 を通過した受信信号は、ミキサ部 5 0 において局部発振部  
5 1 から発振されている周波数変換用搬送波と混合されて周波数変換された  
後、検波部 5 2 に与えられる。そして、検波部 5 2 において、復調用搬送波  
10 による同期検波が施された後、復号部 5 3 に与えられ、道路交通データに対  
応する受信符号に変換される。

以下、ダイバシチ受信の効果の説明する。車載装置 3 においては、車両  
2 の前後方向から同一周波数の電波が受信されることになるから、いわゆる  
マルチパス環境となり、従来のように単一のアンテナで受信する場合、図 6  
15 (a) に示すように、受信信号の振幅および位相が激しく変動するフェージン  
グが生じる。

また、車両 2 の位置によっては、路側アンテナ 4 a、4 b との距離に差が  
生じるために、車載装置 3 において受信される電波間に伝搬遅延時間差が生  
じる。伝搬遅延時間差があると、符号間干渉が生じるため、受信電波の受信  
20 レベルが大きくても、ビット誤り率が改善されずに、いわゆるフロア誤りが  
生じることになる。これは、特に基地局 6 における変調速度が速く、1 ビッ  
トの時間に比べて伝搬遅延時間差が無視できなくなった場合に顕著となる。

例えば、セル E の道路の長手方向に沿った長さが 100(m)、路上アンテナ 4  
の高さが 10(m) とすれば、車両 2 の移動に伴って、各路上アンテナ 4 a、4  
25 b からの受信信号間の遅延スプレッド（遅延時間を受信レベルで重み付けし  
た標準偏差）の最大値は、約 50(nsec) となる。このとき、車載装置 3 におけ  
る検波方式として、例えば Q P S K 同期検波が適用される場合、変調速度が  
1(Mbit/sec) とすれば、フロア誤り率は、約  $6 \times 10^{-4}$  となる（例えば進士  
昌明編著 無線通信の電波伝搬 （社）電子情報通信学会平成 4 年 2 月 2 0

日発行 第 213 頁参照)。

一方、各路上アンテナ 4 a、4 b から放射される電波の受信レベルをそれぞれ分解すれば、図 6 (b) に示すようになる。図 6 (b) において、実線は第 1 路上アンテナ 4 a からの放射電波の受信レベル、二点鎖線は第 2 路上アンテナ 4 b からの放射電波の受信レベルである。この図 6 (b) から明らかなように、2 つの電波のうち最大受信レベルとなる電波を選択すれば、比較的安定に受信信号を得ることができることがわかる。

そこで、この第 1 実施形態に係る車載装置 3 では、指向性の違いを利用して、2 つの受信信号のうち最大受信レベルに対応する受信信号を選択し、この受信信号に基づいて検波および復号処理を行うようにしている。これにより、各電波の干渉が軽減され、結果的に、車載装置 3 における受信電波の受信レベルは、図 6 (c) に示すようになる。そのため、マルチパスフェージングの影響を回避できる。また、一方の受信信号を選択する場合、この選択された受信信号よりも他方の受信信号の受信レベルがある程度低ければ、フロア誤り率は改善される。具体的には、選択された受信信号の受信レベルよりも選択されなかった受信信号の受信レベルが約 20 (dB) 低ければ、遅延スプレッドは約  $1/10$  になるから、フロア誤り率は約  $1 \times 10^{-5}$  に改善される。

図 7 は、車載装置 3 における受信信号の選択について説明するための図である。図 7 において、区間 AB、区間 DF は、隣りを走行する大型車により形成される電波遮蔽エリアを示す。

第 1 路上アンテナ 4 a の近傍を車両が走行している場合 (図 1 において実線で示す位置)、第 1 路上アンテナ 4 a からの放射電波の受信レベル 7 1 の方が第 2 路上アンテナ 4 b からの放射電波の受信レベル 7 2 よりも高いので、第 1 路上アンテナ 4 a からの放射電波に対応する受信信号が選択される。

この状態において、車両 2 が地点 A に達し、大型車により電波が遮蔽されると、受信レベル 7 1 は急激に低下する。この場合、車載装置 3 では、第 2 路上アンテナ 4 b からの放射電波が受信されている。その結果、受信レベル 7 2 の方が相対的に高くなる。この場合、車載装置 3 では、第 2 路上アンテナ 4 b からの放射電波に対応する受信信号が選択される。その後、車両 2 が

地点Bに達して電波遮蔽エリアを抜け出すと、受信レベル7 2の方が高くなるから、車載装置3では、第1路上アンテナ4 aからの放射電波に対応する受信信号が選択される。

車両2がセルEのほぼ中央位置Cを過ぎた後は（図1において二点鎖線で示す位置）、受信レベル7 1、7 2は逆転し、受信レベル7 2の方が高くなる。したがって、車載装置3では、第2路上アンテナ4 bからの放射電波に対応する受信信号が選択される。この場合、地点Dと地点Fとの間で電波が遮蔽されるときには、車両2が地点Dに達してから地点Fに達するまでは、受信レベル7 1の方が高くなるから、車載装置3では、第1路上アンテナ4 aからの放射電波に対応する受信信号が選択される。

以上のようにこの第1実施形態によれば、1つのセルEにおいて路上アンテナ4から放射される電波の伝搬経路を2経路にしているから、車両2がトラックのような大型車の近傍を走行していても、電波の遮蔽を回避できる。しかも、車載装置3において最大受信レベルの受信信号を選択して処理しているから、マルチパス妨害の影響を回避できる。したがって、車載装置3と路上アンテナ4との連続的な通信を良好に行える。

なお、上述の説明では、1つのセルEを形成する一対の路上アンテナ4 a、4 bをセルEの道路の長手方向に関する各エリア端に設置している。しかし、路上アンテナ4 a、4 bの設置位置はエリア端に限定されることはなく、例えば、図8に示すように、エリア端よりもセルEの中央に近い位置に設置するようにしてもよい。また、上述の説明では、一対の路上アンテナ4 a、4 bによって1つのセルEを形成しているが、3本以上の路上アンテナによって1つのセルEを形成するようにしてもよい。つまり、路上アンテナ4の設置位置を変更してもよく、路上アンテナ4の数を変更してもよく、車両2に対して異なる方向から電波を到来させることができればよい。

また、上述の説明では、路上アンテナ4 a、4 bは、光ファイバ無線伝送方式を利用し、受信信号の周波数を変換せずにそのまま光信号に変換している。しかし、例えば路上アンテナ4 a、4 bにおいて受信信号を、周波数を低い中間周波数の信号に変換し、そのうえで光信号に変換して光ファイバ5



a、5bに送出するようにしてもよい。この構成によれば、光信号の光源として一般に用いられるレーザダイオードは安価なもので済むから、コストダウンを図ることができる。

5      なお、この場合、基地局6から局部発振信号を路上アンテナ4a、4bに送出する方式（例えば特開平6-141361号公報参照）を採用すれば、各路上アンテナ4a、4bにおいて変換された後の受信信号の周波数をほぼ完全に一致させることができる。

10      上述の説明では、固有の指向性を有する複数の車載アンテナ12a、12bを備え、受信電波の受信レベルに基づいていずれかの車載アンテナにより受信された受信信号を選択するようにしている。しかし、例えば、指向性を切り換えることができる1つの車載アンテナを備え、受信電波の受信レベルに基づいて、路上アンテナ4a、4bのうちいずれか一方に車載アンテナの指向性を向ける制御を行うようにしてもよい。この場合、車載アンテナとしては、例えばアダプティブアレーアンテナを適用することができる。

15      図9は、車載アンテナ12にアダプティブアレーアンテナを適用したときの構成図を示す。要素アンテナを12a、12bで表す（要素アンテナ数は、実際には2個より多いこともあるが、ここでは簡単のため2個として説明をする）。要素アンテナを12a、12bから得た受信信号は、位相・振幅制御回路154にフィードバックされる。位相・振幅制御回路154は、公知の  
20      適応制御アルゴリズムを用いて、最も強いビームが受信できるように、つまり最適な車載アンテナ12の指向性が得られるように、振幅、位相の重み付けベクトルを算出する（H. Krim and M. Viberg, "Two Decades of Array Signal Processing Research" IEEE Signal Processing Magazine, pp. 67-94, July 1996、関口、稲垣「指向性合成理論」電気通信学会誌、第48巻4号、19  
25      65年4月などを参照）。位相・振幅制御回路154の決定した位相・振幅信号は、移相器152a、152b、増幅器153a、153bに供給され、ここにおいて、最適な位相、振幅になるように調整される。155は合成回路を示す。

—第2実施形態（道路マーカ）—

図10は、本発明の第2実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。図10において、図1と同じ機能部分については同一の参照符号を使用する。

- 前記第1実施形態では、車載装置3は、受信電波の受信レベルを比較し、  
5 最大受信レベルに対応する受信信号を選択することにより、フェージングの影響などを回避している。しかし、この第2実施形態では、最大受信レベルが切り替わる道路上の位置を車載装置3に知らせることにより、フェージングなどの影響を回避するようにしている。

- より具体的には、最大受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるため  
10 の磁石、色付き反射板、発光体などで構成された道路マーカ61、62が道路に設置される。具体的には、セルEの道路の長手方向に関する2つのエリア端、およびセルの中央に、道路マーカ61、62がそれぞれ設置される。エリア端に設置されている道路マーカ61には、第1路上アンテナ4aからの放射電波が最大受信レベルとなることを示すコードが、磁界の方向、色の  
15 スペクトルなどにより表される。また、セルEのほぼ中央位置に設置されている道路マーカ62には、第1および第2路上アンテナ4a、4bからの放射電波が等レベルとなることを示すコードが対応付けられている。

- 車載装置3は、図11に示すように、道路マーカ61、62を検出するための磁気センサ、受光素子などで構成されたマーカ検出部63と、マーカ検  
20 出部63により検出された道路マーカ61、62に対応付けられているコードを認識するコード認識部64と、コード認識部64により認識された結果に基づいて、2つの受信信号のうち最大受信レベルに対応する信号を通過させるように、スイッチ部48を制御する信号選択部65とを備えている。

- 車両2がセルEに進入する際、および車両2がセルEから退出する際には、  
25 マーカ検出部63において道路マーカ61が検出される。この場合、コード認識部64では、第1路上アンテナ4aからの放射電波が最大受信レベルとなることが認識される。その結果、スイッチ部48は、第1路上アンテナ4aからの受信信号を通過させるように、信号選択部65に制御される。これにより、車両2が図10の実線で示す位置にある場合には、第1路上アンテナ

ナ 4 a からの受信信号が選択され、検波および復号処理の対象とされる。

一方、車両 2 がセル E のほぼ中央位置を通過する際には、マーカ検出部 6 3 において道路マーカ 6 2 が検出されるから、コード認識部 6 4 では、第 2 路上アンテナ 4 b からの放射電波が最大受信レベルとなることが認識される。

- 5    その結果、スイッチ部 4 8 は、第 2 路上アンテナ 4 b からの受信信号を通過させるように、信号選択部 6 5 に制御されるから、車両 2 が図 10 の二点鎖線で示す位置にある場合には、第 2 路上アンテナ 4 b からの受信信号が選択され、検波および復号処理の対象とされる。

- 10    以上のようにこの第 2 実施形態によれば、第 1 および第 2 路上アンテナ 4 a、4 b 間の干渉によるフェージングに対しては、受信レベルを監視しなくても、最大受信レベルに対応する受信信号を選択することができるから、簡単な処理で受信信号の選択を実現することができる。

#### —第 3 実施形態（偏波）—

以下、第 3 実施形態が第 1 実施形態と違う点を中心にして説明する。

- 15    図 1 2 は、本発明の第 3 実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。

- 20    第 1 路上アンテナ 4 a および第 2 路上アンテナ 4 b からは、同一周波数（例えば 6 (GHz) 帯）であって、互いに直交する偏波 A、偏波 B の電波がセル E 内に放射されるようになっている。具体的には、第 1 路上アンテナ 4 a からは白抜き矢印で示す方向に向けて電波が偏波 A で放射され、第 2 路上アンテナ 4 b からは黒塗り矢印で示す方向に向けて電波が偏波 B で放射される。したがって、セル E 内の各点では、道路の長手方向に関して前後方向から同一周波数の偏波特性の異なる電波が到来することになる。なお、「互いに直交する偏波 A、B」としては、右円偏波と左円偏波の組、水平偏波と垂直偏波の組  
25    などがあげられる。

図 1 3 は、車載装置 3 の構成を示す概念図である。車載装置 3 は、車載通信部 1 1 と車載アンテナ部 1 2 とを有していて、車載アンテナ部 1 2 は、例えば車両 2 の天井に配置された一対の車載アンテナ 1 2 a、1 2 b を有する。各車載アンテナ 1 2 a、1 2 b は、例えば車両 2 の前後方向に沿って並列に

配置され、かつ直交する偏波特性をそれぞれ有している。具体的には、前方に偏波B、後方に偏波Aの電波を放射し、受信する。これにより、各車載アンテナ12a、12bでは、それぞれ、指向性が向けられている路上アンテナ4a、4bから放射される電波が高レベルで受信される。また、車両データを含む電波を放射する際には、各車載アンテナ12a、12bから各路上アンテナ4a、4bに向けて直交する偏波の電波がそれぞれ放射される。

なお、図13の説明では、車載アンテナ12a、12bは、車両2の前後方向に指向性を有しているが、前後方向に指向性のないアンテナ、例えば無指向性のアンテナであってもよい。要するに、車載アンテナ12a、12bは、直交する偏波特性をそれぞれ有していればよい。前後方向に指向性のないアンテナであっても第3実施形態の偏波ダイバーシチの効果は得られるからである。

図14は、地上局1の電氣的構成を示すブロック図である。図3のブロック図と相違するところは、路上アンテナ4a、4bは、偏波A、偏波Bでそれぞれ電波を放射し、受信するところである。

図14を参照して説明すると、送信装置21は、無線伝送用の送信信号を、光信号に変換し、それぞれ、路上アンテナ4a、4bに取り付けられた光／電気変換部(O/E)27a、27bにて電気信号に変換した後、各路上アンテナ4a、4bから偏波A、偏波Bでそれぞれ電波として放射させる。

また、各路上アンテナ4a、4bにおいて車載アンテナ12a、12bから放射された電波が受信されると、この受信電波に対応する受信信号は、それぞれ、電気／光変換部(E/O)29a、29bにおいて光信号にそのまま変換された後、下り用の2本の光ファイバ5a、5bにそれぞれ送出され、基地局6の受信装置28に与えられる。

受信装置28は、2つの光／電気変換部(O/E)30a、30bを有し、この2つの光／電気変換部30a、30bにおいて前記各光信号を元の受信信号に変換する。各受信信号は、高周波増幅部31a、31bにおいてそれぞれ増幅された後、半導体スイッチなどから構成されるスイッチ部32に与えられる。また、増幅後の受信信号は、レベル比較部33にも与えられる。レ

レベル比較部 33 は、各受信信号の受信レベルを比較し、いずれの受信レベルが大きいかを調べる。そして、最大受信レベルを有する受信信号を通過させるように、スイッチ部 32 を制御する。

5    なお、図 14 のブロック図では、スイッチ部 32 によって、2 つの信号を切り換えていたが、所定の重みで 2 つの信号を合成する構成をとってもよい。この場合、「所定の重み」は、レベル比較部 33 で比較された各受信信号の受信レベルに基づいて決められる。

10    また、図 14 のブロック図では、スイッチ部 32 は、高周波増幅部 31 a、31 b においてそれぞれ増幅された高周波信号を切り換えていた。しかし、図 4 を用いて説明したとおり、検波部 36 で検波された後のデータを切り換え又は合成する構成をとってもよく、復号部 37 で復号された後の符号データを切り換え又は合成する構成をとってもよい。

15    以上の第 3 実施形態の基地局 6 は、いわゆるサイトダイバーシチと偏波ダイバーシチにより受信信号を選択するようにしているから、後段において正確な車両データを復元することができる。

図 15 は、車載装置 3 の電氣的構成を示すブロック図である。図 5 と異なる点は、無線伝送用の送信信号は、高周波増幅部 45 において増幅された後各車載アンテナ 12 a、12 b に供給され、各車載アンテナ 12 a、12 b からそれぞれ偏波 A、偏波 B で放射されることである。

20    車載通信部 11 は、また、路上アンテナ 4 a、4 b から道路交通データを取得するための受信装置 46 を備えている。車載アンテナ 12 a、12 b において路上アンテナ 4 a、4 b から放射されている電波が受信されると、受信電波に対応する受信信号は、車載通信部 11 に与えられる。車載通信部 11 に与えられた各受信信号は、高周波増幅部 47 a、47 b において増幅させられた後、半導体スイッチなどから構成されるスイッチ部 48 に与えられる。  
25    また、各受信信号は、レベル比較部 49 にも与えられる。レベル比較部 49 は、各受信信号の受信レベルを比較し、いずれの受信レベルが大きいかを調べる。そして、最大受信レベルを有する受信信号を通過させるように、スイッチ部 48 を制御する。

なお、図15のブロック図では、スイッチ部48によって、2つの信号を切り換えていたが、所定の重みで2つの信号を合成する構成をとってもよい。この場合、「所定の重み」は、レベル比較部49で比較された各受信信号の受信レベルに基づいて決められる。

- 5      また、図15のブロック図では、スイッチ部48は、高周波増幅部47a、47bにおいてそれぞれ増幅された高周波信号を切り換えていた。しかし、検波部52で検波された後のデータを切り換え又は合成する構成をとってもよく、復号部53で復号された後の符号データを切り換え又は合成する構成をとってもよい。
- 10      スイッチ部48を通過した受信信号は、ミキサ部50において局部発振部51から発振されている周波数変換用搬送波と混合されて周波数変換された後、検波部52に与えられる。そして、検波部52において、復調用搬送波による同期検波が施された後、復号部53に与えられ、道路交通データに対応する受信符号に変換される。
- 15      車載装置3においては、車両2の前後方向から同一周波数の電波が受信されることになるから、いわゆるマルチパス環境となるが、車両2の前後方向から到来する電波の偏波面は直交しているので、振幅および位相が激しく変動するフェージングの影響を避けることができる。
- 20      この場合の2つの偏波の受信信号の選択については、図6、図7を用いて説明した動作をそのまま当てはめることができるので、ここでの説明は省略する。

- 25      以上のようにこの第3実施形態によれば、1つのセルEにおいて路上アンテナ4から放射される電波の伝搬経路を2経路にし、車載装置3において最大受信レベルとなる偏波の受信信号を選択して処理しているから、車両2がトラックのような大型車の近傍を走行していても、電波の遮蔽と、マルチパス妨害の影響を回避できる。

なお、上述の説明では、1つのセルEを形成する一対の路上アンテナ4a、4bをセルEの道路の長手方向に関する各エリア端に設置していたが、図8を用いて説明したように、エリア端よりもセルEの中央に近い位置に設置す

るようにしてもよい。

また、上述の説明では、一对の路上アンテナ 4 a、4 bによって1つのセルEを形成しているが、3本以上の路上アンテナによって1つのセルEを形成するようにしてもよい。つまり、路上アンテナ 4の設置位置にしても路上  
5 アンテナ 4の数にしても、要は、車両 2に対して異なる方向から異なる偏波特性で電波を到来させることができればよい。

さらに、上述の説明では、固有の偏波特性を有する複数の車載アンテナ 1 2 a、1 2 bを備え、受信電波の受信レベルに基づいていずれかの車載アンテナにより受信された受信信号を選択するようにしていた。しかし、例えば、  
10 偏波特性を切り換えることができる1つの車載アンテナを備え、受信電波の受信レベルに基づいて、いずれか一方の偏波を受信するようにしてもよい。この場合、車載アンテナとしては、例えば偏波アダプティブアレーアンテナを適用することができる。

偏波アダプティブアレーアンテナを適用したときの構成として、図9で、  
15 要素アンテナ 1 2 a、1 2 bを異なる偏波の要素アンテナに置き換えたものを適用することができる（要素アンテナ数は、実際には2個より多いこともあるが、ここでは簡単のため2個として説明をする）（偏波アレーアンテナの構成例は、伊藤精彦、手代木扶「薄型アンテナの現状と動向」電子情報通信学界論文誌、B Vol. J71-B No.11, pp.1217-1227, 1988 Novを参照）。

20 図9を用いて説明する。例えば、要素アンテナ 1 2 aを水平偏波用アンテナとし、要素アンテナ 1 2 bを垂直偏波用アンテナとする。位相・振幅制御回路 1 5 4は、公知の適応制御アルゴリズムにより、車載アンテナ 1 2の偏波特性を、最も強い信号が得られる偏波（一般には楕円偏波になる）になるよう制御する。

#### 25 ー第4実施形態（道路マーカ）ー

図16は、本発明の第4実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。図16において、図12と同じ機能部分については同一の参照符号を使用する。

前記第3実施形態では、各偏波の受信電波の受信レベルを比較し、最大受

信レベルに対応する偏波の受信信号を選択することにより、フェージングの影響などを回避している。しかし、この第4実施形態では、最大受信レベルが切り替わる道路上の位置を車載装置3に知らせることにより、フェージングなどの影響を回避するようにしている。

- 5 より具体的には、最大受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるための磁石、色付き反射板、発光体などで構成された道路マーカ61、62が道路に設置される。

- 一方、車載装置3は、図17に示すように、道路マーカ61、62を検出するためのマーカ検出部63と、マーカ検出部63により検出された道路マーカ61、62に対応付けられているコードを認識するコード認識部64と、  
10 コード認識部64により認識された結果に基づいて、2つの受信信号のうち最大受信レベルに対応する信号を通過させるように、スイッチ部48を制御する信号選択部65とを備えている。

- 車両2がセルEに進入する際、および車両2がセルEから退出する際には、  
15 マーカ検出部63において道路マーカ61が検出される。この場合、コード認識部62では、第1路上アンテナ4aからの放射電波が最大受信レベルとなることが認識される。その結果、スイッチ部48は、第1路上アンテナ4aからの受信信号を通過させるように、信号選択部65に制御される。これにより、第1路上アンテナ4aからの受信信号が選択され、検波および復号  
20 処理の対象とされる。

- 一方、車両2がセルEのほぼ中央位置を通過する際には、マーカ検出部63において道路マーカ62が検出されるから、コード認識部62では、第2路上アンテナ4bからの放射電波が最大受信レベルとなることが認識される。その結果、スイッチ部48は、第2路上アンテナ4bからの受信信号を通過  
25 させるように、信号選択部65に制御されるから、第2路上アンテナ4bからの受信信号が選択され、検波および復号処理の対象とされる。

以上のようにこの第4実施形態によれば、第1および第2路上アンテナ4a、4b間の干渉によるフェージングに対しては、受信レベルを監視しなくても、最大受信レベルに対応する受信信号を選択することができるから、簡



単な処理で受信信号の選択を実現することができる。

－第5実施形態（OFDM）－

図18は、本発明の第5実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。この実施形態は、データの変調方式として直交周波数分割多重(Orthogonal Frequency Division Multiplex; OFDM)方式を採用するマイクロセル路車間通信システムに関するものである。

一般に、シングルキャリア(単一搬送波)を用いた移動体通信方式では、マルチパス遅延波による符号間干渉の影響を避けるため、伝送線路と逆特性を持つ等化器を受信機に備えることが行われている。

しかし、自動車はセル内で高速移動するため、受信電界の時間当たりの変動が大きくて等化器の計算速度が追いつかず、ある一定の伝送誤り率以下で信号伝送を行うことはできない。

また、等化器を実現するためのハードウェアの規模が大きくなり、消費電力も大きくなるという問題もあった。

そこで、データの変調方式として、マルチパス遅延波による符号間干渉に強い直交周波数分割多重（OFDM）方式を採用することとした。

地上局1では、道路に沿って複数のセルEが連続的に形成される。各セルEの道路の長手方向に関する境界付近には、それぞれセルE内に向く指向性を有する第1路上アンテナ4aおよび第2路上アンテナ4bが設置されている。第1路上アンテナ4aおよび第2路上アンテナ4bからは、同一周波数（例えば6(GHz)帯）の電波がセルE内に放射されるようになっている。具体的には、第1路上アンテナ4aからは白抜き矢印で示す方向に向けて電波が放射され、第2路上アンテナ4bからは黒塗り矢印で示す方向に向けて電波が放射される。したがって、セルE内の各点では、道路の長手方向に関して前後方向から同一周波数の電波が到来することになる。そのため、車両2がセルE内を通過する際には、車両2の前後方向から電波を受信することになる。

各路上アンテナ4a、4bは、それぞれ光ファイバ5a、5bを介して1つの基地局6に接続されている。各光ファイバ5a、5bは、それぞれ、上

り／下り用の2本の光ファイバから構成される。これにより、同軸ケーブルなどを伝送線として用いる場合に比べて、信号の減衰を低く抑えることができ、通信品質の劣化を防止できる。なお、同軸ケーブルを使ってもよいのはもちろんである。

- 5 基地局6は、道路交通データをOFDM変調した信号を光ファイバ5a、5bを介して各路上アンテナ4a、4bに与える。これにより、各路上アンテナ4a、4bから放射される電波には、同一の道路交通データが含まれることになる。また、車載装置3から受け取った車両データを各路上アンテナ4a、4bから取得し、適切な処理を施す。
- 10 また、基地局6から放射されるOFDM変調された電波の搬送周波数は、隣接する基地局6間で同一であり、通信されるデータの内容も同一である。このように同一周波数の搬送波を用いて同一内容の信号を伝送することにより、車両が隣接するセルに移行するに際し、車載発振器の周波数を変更する必要がないため、車載装置に、高価な高速引き込み可能な発振器を備える必要がなく、あるいは複数の発振器を備える必要がなくなり、機器の低コスト
- 15 化、小型化が可能となる。

- 図19は、車載装置3の構成を示す概念図である。車載装置3は、車載通信部11と車載アンテナ部12とを有している。車載通信部11は、車両データを含む電波を車載アンテナ部12から放射する。また、車載通信部11
- 20 は、車載アンテナ部12において受信された各路上アンテナ4a、4bからの放射電波に含まれる道路交通データを取得し、この取得された道路交通データを例えばドライバに報知する。

- 図20は、地上局1の電氣的構成を示すブロック図である。基地局6は、道路交通データを路上アンテナ4に与えるための送信装置21を備えている。
- 25 送信装置21は、データを分割し、互いに直交する複数の搬送波を使って多重するOFDM変調方式を採用している。

送信装置21は、誤り訂正符号化回路(Forward Error Correction Encoder)130と、インターリーブ回路131と、差動符号化回路132と、逆フーリエ変換回路133と、アップコンバータ134等とを備える。

誤り訂正符号化回路 130 は、ブロック符号化や畳み込み符号化などの誤り訂正を施す回路である。道路に電界強度の強弱（定在波）が生じ、走行車両において受信信号の振幅および位相の不規則な変化（フェージング）が現れるので、この誤り訂正は、有効な手段となる。

- 5     インターリーブ回路 131 は、ディジタルオーディオ放送 DAB (Digital Audio Broadcasting) など採用されている時間インターリーブと周波数インターリーブとを行う回路である。

- 10     差動符号化回路 132 は、前の信号との間の差分をとることによる復調を可能にするための符号化を行う回路である。伝送路が不安定になった場合でも、この差分をとることにより、その影響をキャンセルすることができる。

- 15     逆フーリエ変換回路 133 は、シリアル情報を直並列変換回路によりパレル信号に変換し、逆フーリエ変換を施し、逆フーリエ変換したものを交換してシリアルに戻し、シリアルに戻されたシンボル列を時間圧縮して、後ろのシンボルを前にもってこることでガード時間を設定するという諸機能を実現する回路である。

アップコンバータ 134 は、前述したミキサ部 23 と同様、無線周波数に周波数変換する回路である。

- 20     アップコンバータ 134 で変換された無線伝送用の送信信号は、電気／光変換部 (E/O) 26 において光信号に変換され、光カプラ 59 を介して分配され、上り用の 2 本の光ファイバ 5a、5b に送出される。光ファイバ 5a、5b に送出された光信号は、それぞれ、路上アンテナ 4a、4b に取り付けられた光／電気変換部 (O/E) 27a、27b にて電気信号に変換された後、各路上アンテナ 4a、4b から電波として放射される。

- 25     図 21 は、OFDM によるシンボル伝送の様子を周波数軸  $f$ 、時間軸  $t$  上に図示したものである。有効シンボル長は  $TS$  で表され、ガード時間は  $\Delta t$  で表されている。時間圧縮比は、 $(TS + \Delta t) / TS$  で示される。

本実施形態では、ガード時間  $\Delta t$  を、マルチパスによる遅延時間よりも長くとっている。このことにより、長い伝搬遅延時間があっても、受信側においては、シンボルの重なりを無視して復調することができる。

マルチパスによる遅延時間は、実際には、当該セルにおいて実測して求めることができる。また、セルの大きさから経験的に割り出してもよい。具体的には、セルの大きさが100mならば、500nsecくらいと予想している。

- 基地局6は、図20に示すように、車両データを路上アンテナ4a、4b  
5 から取得するための受信装置28を備えている。各路上アンテナ4a、4b  
において車載アンテナ12から放射された電波が受信されると、この受信電  
波に対応する受信信号は、それぞれ、電気／光変換部(E/O)29a、29b  
において光信号にそのまま変換された後、下り用の2本の光ファイバ5a、  
5bにそれぞれ送出され、基地局6の受信装置28に与えられる。
- 10 受信装置28は、2つの光／電気変換部(O/E)30a、30bを有し、こ  
の2つの光／電気変換部30a、30bにおいて前記各光信号を元の受信信  
号に変換する。各受信信号は、高周波増幅部31a、31bにおいてそれぞ  
れ増幅された後、半導体スイッチなどから構成されるスイッチ部32に与え  
られる。また、増幅後の受信信号は、レベル比較部33にも与えられる。レ  
ベル比較部33は、各受信信号の受信レベルを比較し、いずれの受信レベル  
15 が大きいかを調べる。そして、最大受信レベルを有する受信信号を通過させ  
るように、スイッチ部32を制御する。スイッチ部32を通過した受信信号  
は、ミキサ部34において局部発振部35から発振されている周波数変換用  
搬送波と混合されて周波数変換された後、検波部36に与えられる。そして、  
20 検波部36において復調用搬送波による同期検波が施された後、復号部37  
に与えられ、車両データに対応する受信符号に変換される。

- なお、図20のブロック図では、スイッチ部32によって、2つの信号を  
切り換えていたが、所定の重みで2つの信号を合成する構成をとってもよい。  
この場合、「所定の重み」は、レベル比較部33で比較された各受信信号の受  
25 信レベルに基づいて決められる。

また、図20のブロック図では、スイッチ部32は、高周波増幅部31a、  
31bにおいてそれぞれ増幅された高周波信号を切り換えていた。しかし、  
検波部36で検波された後のデータを切り換え又は合成する構成をとっても  
よく、復号部37で復号された後の符号データを切り換え又は合成する構成

をとってもよい。

図22は、検波部の後段にスイッチ部32を配置し、同期検波後に通過させるべき受信信号を選択する構成を示す。さらに詳述すれば、各高周波増幅部31a、31bにおいて増幅された受信信号は、ミキサ部34a、34bにそれぞれ与えられて周波数変換され、検波部に36a、36bにおいて同期検波された後、スイッチ部32に与えられる。一方、レベル比較部33は、各高周波増幅部31a、31bにおいて増幅された後の受信信号のうち最大受信レベルを有する受信信号を通過させるように、スイッチ部32を制御する。

- 10      このように、検波後に受信信号の選択処理を行うようにすれば、受信信号に雑音が入りにくく、信号品質の劣化を防止できるという利点がある。

以上の構成において、光ファイバ5a、5bに光信号を送出する際の伝送方式として、いわゆる光ファイバ無線伝送方式を利用している。

- 15      したがって、各路上アンテナ4a、4bごとに送受信装置を設ける必要がなく、送受信装置は基地局6に一括して設置することができるから、路上アンテナ4a、4bの構成を簡素化できる。また、基地局6では、各路上アンテナ4a、4bから与えられた受信信号を高周波のまま処理できる。したがって、レベル比較部33において、各受信信号の高周波受信レベルを容易に比較できる。そのため、受信装置28の構成の簡素化を図ることができる。

- 20      また送信装置21は、前述のようにOFDM変調方式を採用している。OFDMでは搬送波の周波数は、狭い間隔で並んでいるので、周波数にずれがあると、搬送波間に干渉が生じ、通信品質が著しく劣化する。そこで、前述したように、光カプラ59で分配するファイバ無線伝送方式を採用すれば、路上アンテナ4a、4bから放射される搬送波の周波数は原理的に同一なので、このような不都合がない。したがって、マルチパス干渉妨害に強いとい
- 25      うOFDMの利点を、本路車間通信システムにおいて遺憾なく発揮することができる。

図23は、車載アンテナ12において路上アンテナ4a、4bから放射されてくる電波を受信する受信装置の構成を示すブロック図である。

受信装置は、ダウンコンバータ 140 と、フーリエ変換回路 141 と、差動復号回路 142 と、デインターリーブ回路 143 と、誤り訂正復号回路 146 とを備えている。

5      フーリエ変換回路 141 は、送信側の逆フーリエ変換回路 133 と逆の処理をする回路で、有効シンボル長 TS のウィンドウ長でフーリエ変換することにより、復号信号を得る。

差動復号回路 142、デインターリーブ回路 143 は、それぞれ差動符号化回路 132、インターリーブ回路 131 と逆の処理をする回路である。

10      誤り訂正復号回路 146 は、誤り訂正符号化回路 130 と逆の処理をする回路である。

15      以上のようにこの第 5 実施形態によれば、1 つのセル E において路上アンテナ 4 から放射される電波の伝搬経路を 2 経路にしているから、車両 2 がトラックのような大型車の近傍を走行していても、電波の遮蔽を回避できる。しかも、OFDM 方式を採用し、ガード時間をとってシンボル間の干渉を回避しているから、マルチパス妨害の影響を回避できる。したがって、車載装置 3 と路上アンテナ 4 との連続的な通信を良好に行える。

20      なお、上述の説明では、1 つのセル E を形成する一対の路上アンテナ 4 a、4 b をセル E の道路の長手方向に関する各エリア端に設置している。しかし、路上アンテナ 4 a、4 b の設置位置はエリア端に限定されることはなく、例えば、図 24 に示すように、エリア端よりもセル E の中央に近い位置に設置するようにしてもよい。また、上述の説明では、一対の路上アンテナ 4 a、4 b によって 1 つのセル E を形成しているが、3 本以上の路上アンテナによって 1 つのセル E を形成するようにしてもよい。つまり、路上アンテナ 4 の設置位置にしても路上アンテナ 4 の数にしても、要は、車両 2 に対して異なる方向から電波を到来させることができればよい。

25      また、上述の説明では、路上アンテナ 4 a、4 b は、光ファイバ無線伝送方式を利用し、受信信号の周波数を変換せずにそのまま光信号に変換している。しかし、例えば路上アンテナ 4 a、4 b において受信信号を、周波数を低い中間周波数の信号に変換し、そのうえで光信号に変換して光ファイバ 5

a、5bに送出するようにしてもよい。この構成によれば、光信号の光源として一般に用いられるレーザダイオードは安価なもので済むから、コストダウンを図ることができる。

5      なお、この場合、基地局6から局部発振信号を路上アンテナ4a、4bに送出する方式（例えば特開平6-141361号公報参照）を採用すれば、各路上アンテナ4a、4bにおいて変換された後の受信信号の周波数をほぼ完全に一致させることができる。

—第6実施形態（サブエリア分割）—

10      図25は、本発明の第6実施形態に係る路車間通信システムの構成を示す概念図である。この第6実施形態において、図1と同じ機能部分については同一の参照符号を使用する。

15      前記第1実施形態～第5実施形態では、一对の路上アンテナ4a、4bによって1つのセルEを形成することにより電波遮蔽を回避しているのに対して、この第2実施形態では、複数の路上アンテナ71を同一周波数の電波が放射されるセルE内に設置し、セルEを複数のサブエリアEsに分割することにより電波遮蔽を回避するようにしている。

20      さらに詳述すれば、1つの基地局6には、4つの路上アンテナ71a、71b、71c、71dが光ファイバ72a、72b、72c、72d（以下総称するときは「光ファイバ72」という。）を介してそれぞれ接続されている。各路上アンテナ71a～71dからは、同一内容の道路交通データにより変調された同一周波数の電波をそれぞれサブエリアEsに向けて放射している。

25      この場合、例えば、車両がサブエリアEsのほぼ中央よりも下流側を走行している場合に、隣接する車線を走行しているトラックが車両2の斜め後ろに位置している場合ときには、トラックによって電波が遮蔽されるおそれがある。しかし、そのままの状態では次のサブエリアEsに達したときには、電波の到来方向が変わって電波は車両2の前方から到来するから、トラックが斜め後ろに位置していても、車載装置3は、次のサブエリアEsに放射されている電波を受信できる。つまり、車載装置3では、4つのサブエリアEs

を通過する間に、いずれかの路上アンテナ 7 1 からの放射電波を受信することができる。

- 5      なお、車両がサブエリア E s の境界付近を走行している場合には、同一周波数の電波が前後方向から到来するが、車載装置では、ダイバーシチ受信を行えば、最大受信レベルの受信信号を選択して処理対象とするので、特に問題はない。また、OFDM 変調方式を採用しているならば、ガード時間をとってシンボル間の干渉を回避しているから、マルチパス妨害の影響を回避できる。

- 10      図 2 6 は、基地局 6 の電氣的構成を示すブロック図である。基地局 6 に備えられている送信装置 8 1 は、変調部 8 2 を有しており、この変調部 8 2 において道路交通データを含む送信信号を作成する。送信信号は、送信 IF 部 8 3 に与えられ、搬送波生成用基準信号とともに、電気／光変換部(E/O) 8 4 において光信号に変換された後、光カプラ 5 9 によって 4 分配され、上り用の光ファイバ 7 2 a ~ 7 2 d に送出される。

- 15      基地局 6 に備えられている受信装置 8 5 は、路上アンテナ 7 1 a ~ 7 1 d から下り用の光ファイバ 7 2 a ~ 7 2 d にそれぞれ送出された光信号を受信信号に変換する電気／光変換部(E/O) 8 6 a、8 6 b、8 6 c、8 6 d を備えている。各受信信号は、受信 IF 部 8 7 a、8 7 b、8 7 c、8 7 d において増幅などの処理を受けた後、検波部 8 8 a、8 8 b、8 8 c、8 8 d に与えられ、復調が施される。その後、スイッチ部 8 9 に与えられる。また、各  
20      受信信号は、レベル比較部 9 0 にも与えられる。レベル比較部 9 0 は、各受信信号の受信レベルを比較し、いずれの受信レベルが大きいかを調べる。そして、最大受信レベルを有する受信信号を通過させるように、スイッチ部 8 9 を制御する。スイッチ部 8 9 を通過した受信信号は、復号部 9 1 において  
25      復号化され、車両データに対応する符号が作成される。

なお、図 2 6 のブロック図では、スイッチ部 8 9 によって、複数の信号を切り換えていたが、所定の重み付けベクトルで複数の信号を合成する構成をとってもよい。この場合、「所定の重み付けベクトル」は、レベル比較部 9 0 で比較された各受信信号の受信レベルに基づいて決められる。



また、図26のブロック図では、スイッチ部89は、検波部88a~88dで検波された信号を切り換えていた。しかし、電気/光変換部(E/O)86a~86dのIF信号を切り換え又は合成する構成をとってもよく、復号部91で復号された後の符号データを切り換え又は合成する構成をとってもよい。

図27は、路上アンテナ71の電氣的構成を示すブロック図である。路上アンテナ71には、アンテナ通信装置100が取り付けられている。アンテナ通信装置100は、送信部101を備えている。送信部101は、基地局6から光ファイバ72に送出された光信号を送信信号および搬送波生成用基準信号に変換する光/電気変換部(O/E)102を有している。光/電気変換部102の出力は、図示しない帯域通過フィルタを介して送信IF部103に与えられる。その結果、送信IF部103には、送信信号のみが与えられる。送信信号は、送信IF部103において増幅された後、さらに送信ミキサ部104に与えられる。また、光/電気変換部102の出力は、図示しない低域通過フィルタを介して局部発振部105に与えられる。その結果、搬送波生成用基準信号のみが局部発振部105に与えられる。局部発振部105は、搬送波信号に基づいて搬送波を発振し、送信ミキサ部104に与える。送信ミキサ部104は、送信信号と搬送波とを混合して無線伝送用の送信信号を作成する。無線伝送用の送信信号は、高周波増幅部106において高周波増幅された後、サーキュレータ107を介して路上アンテナ71から電波として放射される。

アンテナ通信装置100は、また、受信部108を備えている。受信部108は、路上アンテナ71により受信され、サーキュレータ107を通過してきた受信信号を高周波増幅するための高周波増幅部109を備えている。増幅後の受信信号は、受信ミキサ部110において、局部発振部105から発振されている搬送波と混合されて増幅された後、さらに受信IF部111において周波数変換された後、電気/光変換部(E/O)112において光信号に変換され、光ファイバ72に送出される。

以上のようにこの第6実施形態によれば、同一内容の道路交通データによ

りOFDM変調された同一周波数の電波を複数のサブエリアEsに分けて放射するようにしているから、車載装置3では、いずれかのサブエリアEsにおいて放射電波を受信できる。したがって、同一セルE内において車載装置3と路上アンテナ71との通信が途絶えることはなく、連続的な通信が可能

5 になる。

また、サブエリアEsは比較的小さいから、路上アンテナ71の送信電力は小さくて済む。したがって、路上アンテナ71にかかるコストを低減できる。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数の路上送信アンテナと、路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載装置とを含む路車間通信システムであって、
  - 5 前記路上送信アンテナは道路に沿って異なる位置に配置され、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、  
前記車載装置は、前記路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信するための異なる指向性を有する車載受信アンテナと、これらの車載受信アンテナによりダイバーシチ受信を行うダイバーシチ受信手段とを有するものであることを特徴とする路車間通信システム。
  - 10 2. 前記車載装置は、前記車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベルを各指向性ごとに検出するための受信レベル検出手段をさらに有し、  
前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信レベル検出手段により検出された受信レベルに基づいてダイバーシチ受信を行うものであることを特徴とする
  - 15 請求項 1 記載の路車間通信システム。
  3. 前記ダイバーシチ受信手段は、次のいずれかの動作によりダイバーシチ受信を行うことを特徴とする請求項 1 記載の路車間通信システム。  
(a)車載受信アンテナにより受信された後、復号する前の信号を切り換え又は合成する
  - 20 (b)車載受信アンテナにより受信され、復号された後の符号を切り換え又は合成する
  4. 前記車載受信アンテナは、アレイアンテナであり、前記車載装置は、前記車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベル又は位相を各アンテナごとに検出するための受信信号検出手段をさらに有し、
  - 25 前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信信号検出手段により検出された受信レベル又は位相の情報を用いて、ダイバーシチ受信を行うものであることを特徴とする請求項 1 記載の路車間通信システム。
  5. 同一内容のデータにより変調された信号を複数の伝送線を通して路上送信アンテナに送出するための信号送出装置をさらに有し、前記伝送線に信号

を送出する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であることを特徴とする請求項 1 記載の路車間通信システム。

6. データの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重 (OFDM) 方式を採用することを特徴とする請求項 1 又は請求項

5 5 載の路車間通信システム。

7. 車載装置と、車載装置から放射されてくる電波を受信する複数の路上受信アンテナを含む路車間通信システムであって、

前記車載装置は、車両データにより変調された電波を複数の方向に向けて放射するための車載送信アンテナを有し、

10 前記複数の路上受信アンテナは、道路に沿って異なる位置に、同一セル内に指向性を向けた状態で配置され、それぞれの路上受信アンテナにより受信された信号に基づいてダイバーシチ受信を行うダイバーシチ受信手段を含むことを特徴とする路車間通信システム。

8. 前記複数の路上受信アンテナの受信レベルを検出するための受信レベル  
15 検出手段をさらに有し、

前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信レベル検出手段により検出された受信レベルに基づいてダイバーシチ受信を行うものであることを特徴とする請求項 7 記載の路車間通信システム。

9. 前記ダイバーシチ受信手段は、次のいずれかの動作によりダイバーシチ  
20 受信を行うことを特徴とする請求項 7 記載の路車間通信システム。

(a) 路上受信アンテナにより受信された信号を切り換え又は合成する

(b) 路上受信アンテナにより受信された信号を復号し、その復号された符号を切り換え又は合成する

10. 路上受信アンテナが受信した信号を、伝送線を通して受ける信号受信  
25 装置をさらに有し

前記伝送線に信号を伝送する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であることを特徴とする請求項 7 記載の路車間通信システム。

11. 車載装置におけるデータの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重 (OFDM) 方式を採用することを特徴とする

請求項 7 記載の路車間通信システム。

1 2. 複数の路上送信アンテナと、路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載装置とを含む路車間通信システムであって、

- 5 前記路上送信アンテナは道路に沿って異なる位置に配置され、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、道路又はその近傍に、前記複数の路上送信アンテナから放射される電波の受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるための位置マーカを配置し、前記車載装置は、前記路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信するための異なる指向性を有する車載受信アンテナと、前記位置マーカに達したことを検出するためのマーカ検出手段と、前記マーカ検出手段により車両が前記位置マーカに達したことが検出された場合に、次の(a)(b)(c)のいずれかの動作を行う受信手段とを有することを特徴とする路車間通信システム。

(a) 車載受信アンテナの指向性を位相制御によって切り替える

(b) 車載受信アンテナにより受信された信号を切り換え又は合成する

- 15 (c)車載受信アンテナにより受信され復号された符号を切り換え又は合成する

1 3. 複数の路上送信アンテナと、路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載装置とを含む路車間通信システムであって、

- 20 前記路上送信アンテナは、それぞれ固有の偏波特性を有し、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、

前記車載装置は、前記路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信するための異なる偏波特性を有する複数の車載受信アンテナと、これらの車載受信アンテナによりダイバーシチ受信を行うダイバーシチ受信手段とを有するものであることを特徴とする路車間通信システム。

- 25 1 4. 前記車載装置は、

前記車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベルを各偏波特性ごとに検出するための受信レベル検出手段をさらに有し、

前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信レベル検出手段により検出された受信レベルに基づいてダイバーシチ受信を行うものであることを特徴とする

請求項 1 3 記載の路車間通信システム。

1 5. 前記ダイバーシチ受信手段は、次のいずれかの動作によりダイバーシチ受信を行うことを特徴とする請求項 1 3 記載の路車間通信システム。

5 (a)車載受信アンテナにより受信された後、復号する前の信号を切り換え又は合成する

(b)車載受信アンテナにより受信され、復号された後の符号を切り換え又は合成する

1 6. 前記車載受信アンテナは、偏波アレイアンテナであり、前記車載装置は、前記車載受信アンテナにより受信された電波の受信レベル又は位相を各  
10 アンテナごとに検出するための受信信号検出手段をさらに有し、

前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信信号検出手段により検出された受信レベル又は位相の情報を用いて、ダイバーシチ受信を行うものであることを特徴とする請求項 1 3 記載の路車間通信システム。

1 7. 同一内容のデータにより変調された信号を複数の伝送線を通して路上  
15 送信アンテナに送出するための信号送出装置をさらに有し、前記伝送線に信号を送出する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であることを特徴とする請求項 1 3 記載の路車間通信システム。

1 8. データの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重 (OFDM) 方式を採用することを特徴とする請求項 1 3 又は請求  
20 項 1 7 載の路車間通信システム。

1 9. 車載装置と、車載装置から放射されてくる電波を受信する複数の路上受信アンテナを含む路車間通信システムであって、

前記車載装置は、車両データにより変調された電波を複数の偏波特性で放射するための車載送信アンテナを有し、

25 前記複数の路上受信アンテナは、それぞれ固有の偏波特性を有し、同一セル内に指向性を向けた状態で配置され、

それぞれの路上受信アンテナにより受信された信号に基づいてダイバーシチ受信を行うダイバーシチ受信手段を含むことを特徴とする路車間通信システム。

20. 前記複数の路上受信アンテナの受信レベルを偏波特性ごとに検出するための受信レベル検出手段をさらに有し、

前記ダイバーシチ受信手段は、前記受信レベル検出手段により検出された受信レベルに基づいてダイバーシチ受信を行うものであることを特徴とする

5 請求項 19 記載の路車間通信システム。

21. 前記ダイバーシチ受信手段は、次のいずれかの動作によりダイバーシチ受信を行うことを特徴とする請求項 19 記載の路車間通信システム。

(a) 路上受信アンテナにより受信された信号を切り換え又は合成する

(b) 路上受信アンテナにより受信された信号を復号し、その復号された符号

10 を切り換え又は合成する

22. 路上受信アンテナが受信した信号を、伝送線を通して受ける信号受信装置をさらに有し、

前記伝送線に信号を伝送する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であることを特徴とする請求項 19 記載の路車間通信システム。

15 23. 車載装置におけるデータの変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた直交周波数分割多重 (OFDM) 方式を採用することを特徴とする請求項 19 記載の路車間通信システム。

24. 複数の路上送信アンテナと、路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載装置とを含む路車間通信システムであって、

20 前記路上送信アンテナは道路に沿って異なる位置に配置され、それぞれ固有の偏波特性を有し、それぞれの路上送信アンテナから同一周波数、同一内容の電波を同一セル内に放射し、

道路又はその近傍に、前記複数の路上送信アンテナから放射される電波の受信レベルが切り替わる道路上の位置を知らせるための位置マーカを配置し、

25 前記車載装置は、前記路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信するための異なる偏波特性を有する車載受信アンテナと、前記位置マーカに達したことを検出するためのマーカ検出手段と、前記マーカ検出手段により車両が前記位置マーカに達したことが検出された場合に、次の(a)(b)(c)のいずれかの動作を行う受信手段とを有することを特徴とする路車間通信システム。

- (a) 車載受信アンテナの偏波特性を位相制御によって切り替える
- (b) 車載受信アンテナにより受信された信号を切り換え又は合成する
- (c) 車載受信アンテナにより受信され復号された符号を切り換え又は合成

する

- 5    25. 複数の路上送信アンテナと、路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載装置とを含む路車間通信システムであって、

前記路上送信アンテナは道路に沿って異なる位置に配置され、それぞれの路上送信アンテナから同一内容のOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)変調された電波を同一セル内に放射し、

- 10    前記車載装置は、前記路上送信アンテナから放射されてくる電波を受信する車載受信アンテナと、この車載受信アンテナにより受信した電波の復調を行う受信手段を有するものであることを特徴とする路車間通信システム。

26. 同一内容のデータにより変調された信号を複数の伝送線を通して路上送信アンテナに送出するための信号送出装置をさらに有し、前記伝送線に  
15    信号を送出する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であることを特徴とする請求項25記載の路車間通信システム。

27. データのOFDM変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けたOFDM方式を採用することを特徴とする請求項25又は請求項26記載の路車間通信システム。

- 20    28. 車載装置と、車載装置から放射されてくる電波を受信する複数の路上受信アンテナを含む路車間通信システムであって、

前記車載装置は、車両データによりOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)変調された電波を放射するための車載送信アンテナを有し、

- 25    前記複数の路上受信アンテナは、道路に沿って異なる位置に、同一セル内に指向性を向けた状態で配置され、それぞれの路上受信アンテナにより受信された信号に基づいて復調を行う路上受信手段を含むことを特徴とする路車間通信システム。

29. 路上受信アンテナにより受信された信号を路上受信手段に送出するた



めの伝送線に信号を送出する際の伝送方式は、光ファイバ無線伝送方式であることを特徴とする請求項 28 記載の路車間通信システム。

30. 車載装置におけるデータの OFDM 変調方式としてシンボルごとにガード時間を設けた OFDM 方式を採用することを特徴とする請求項 28 記載の路車間通信システム。

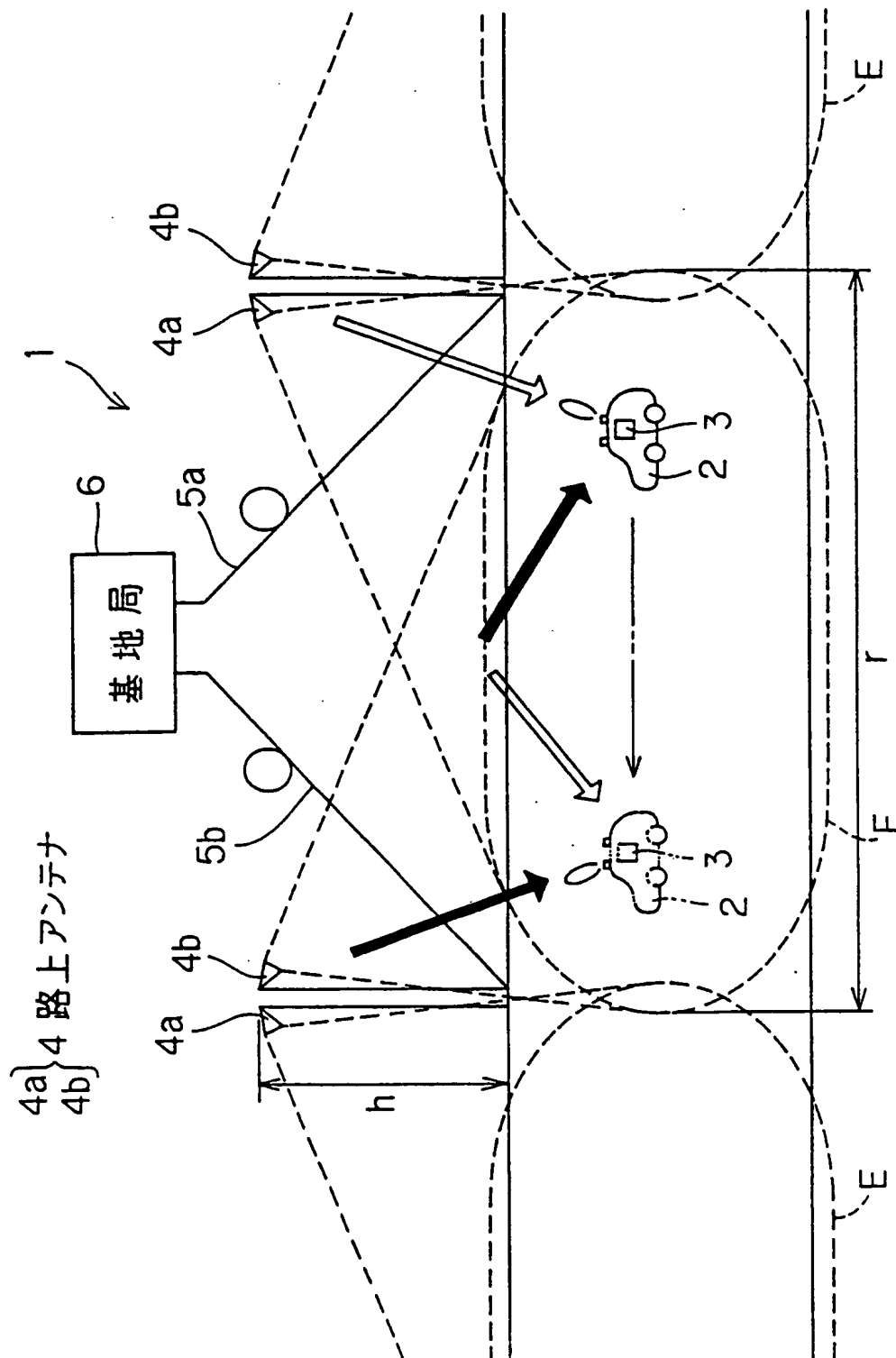
31. 前記複数の路上送信アンテナは、1つのセルを分割した複数のサブエリアをそれぞれ形成するものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 30 のいずれかに記載の路車間通信システム。

32. 複数の連続したセルにわたって、同一周波数、同一内容の信号により通信を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 31 記載のいずれかに路車間通信システム。

33. 前記複数の路上送信アンテナは、前記セルの道路の長手方向に関する境界付近に設置されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 32 のいずれかに記載の路車間通信システム。

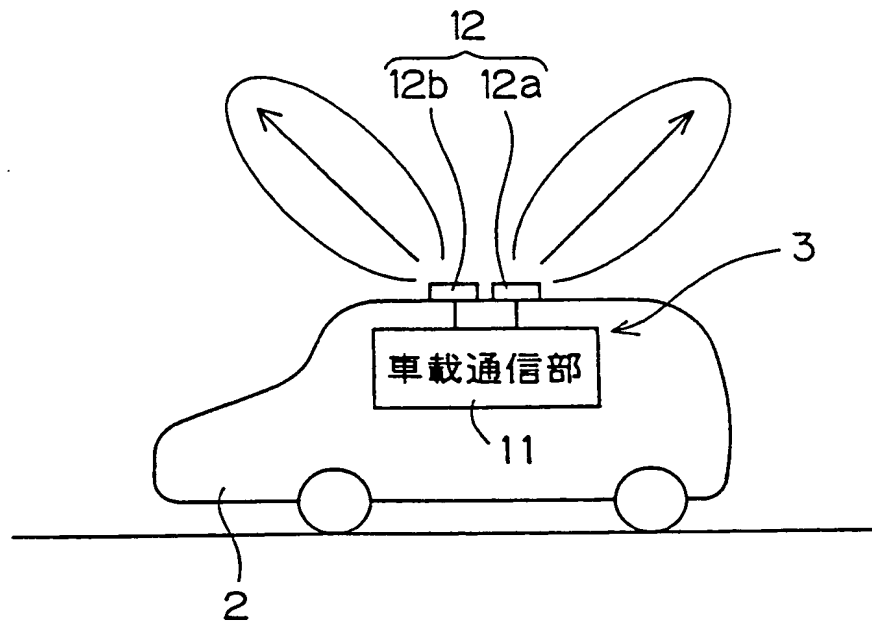
1/28

図 1



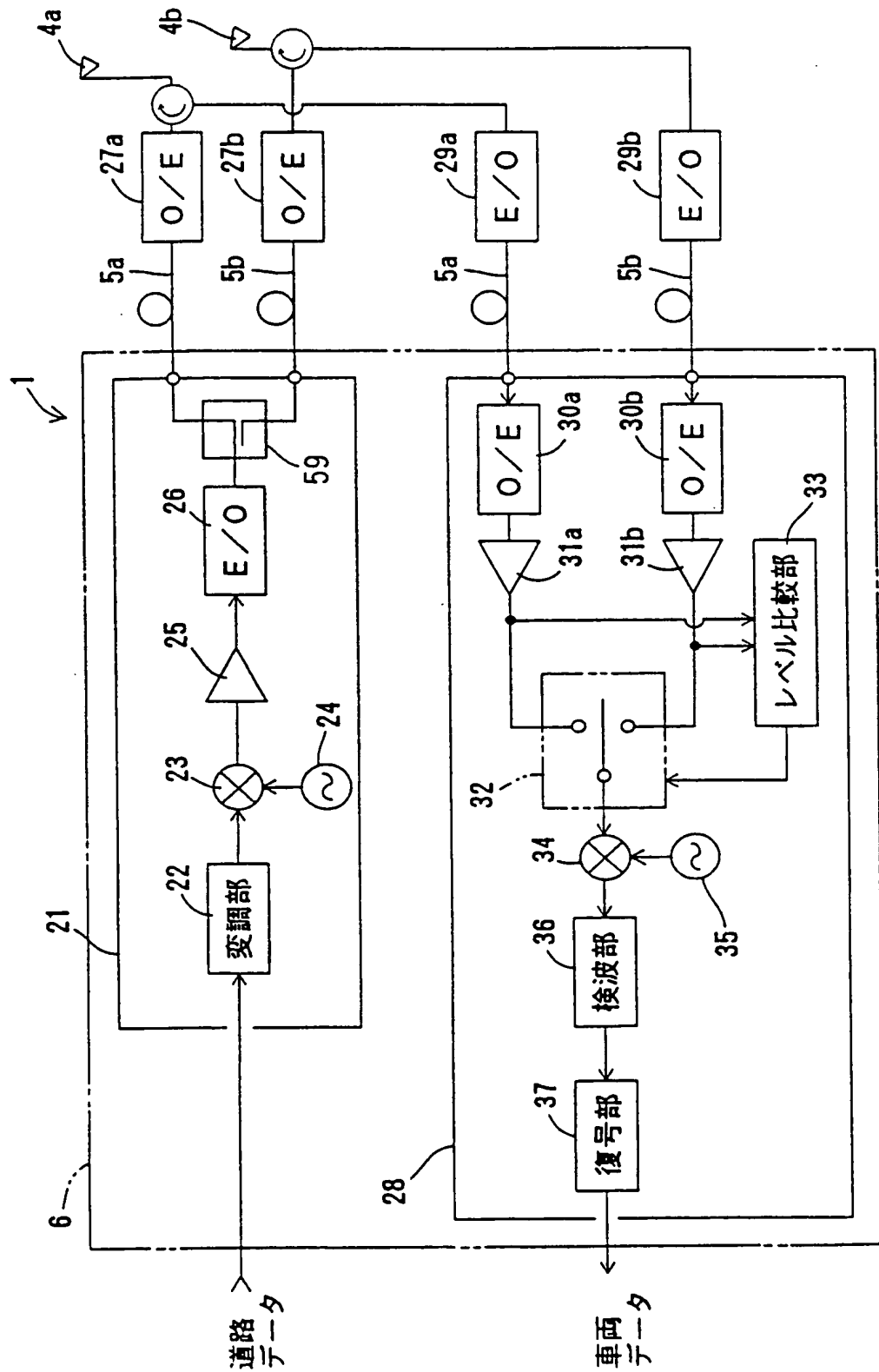
2/28

図 2



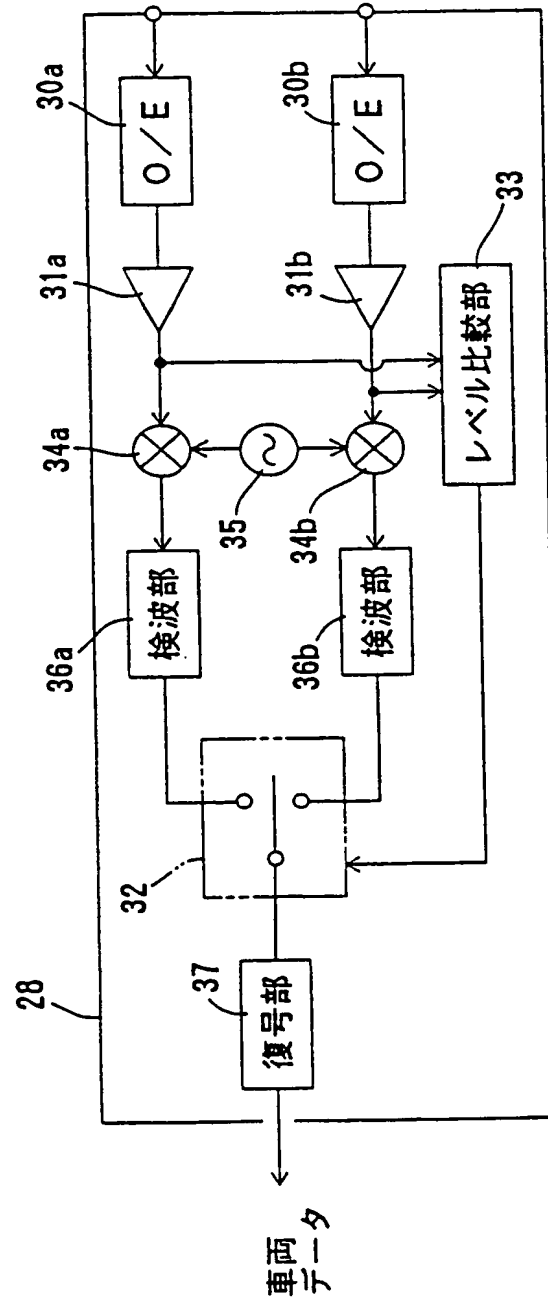
3/28

図 3



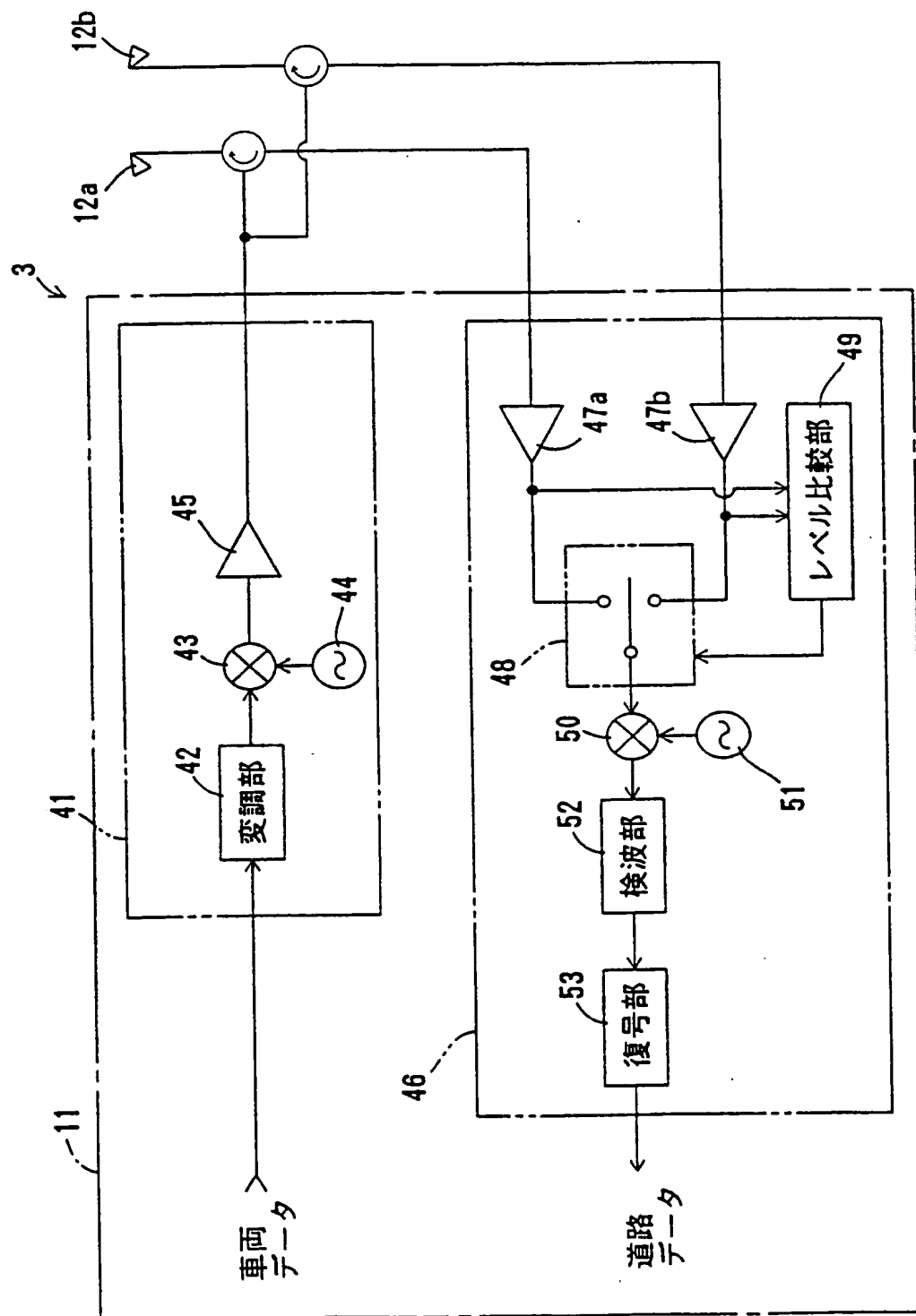
4/28

図 4



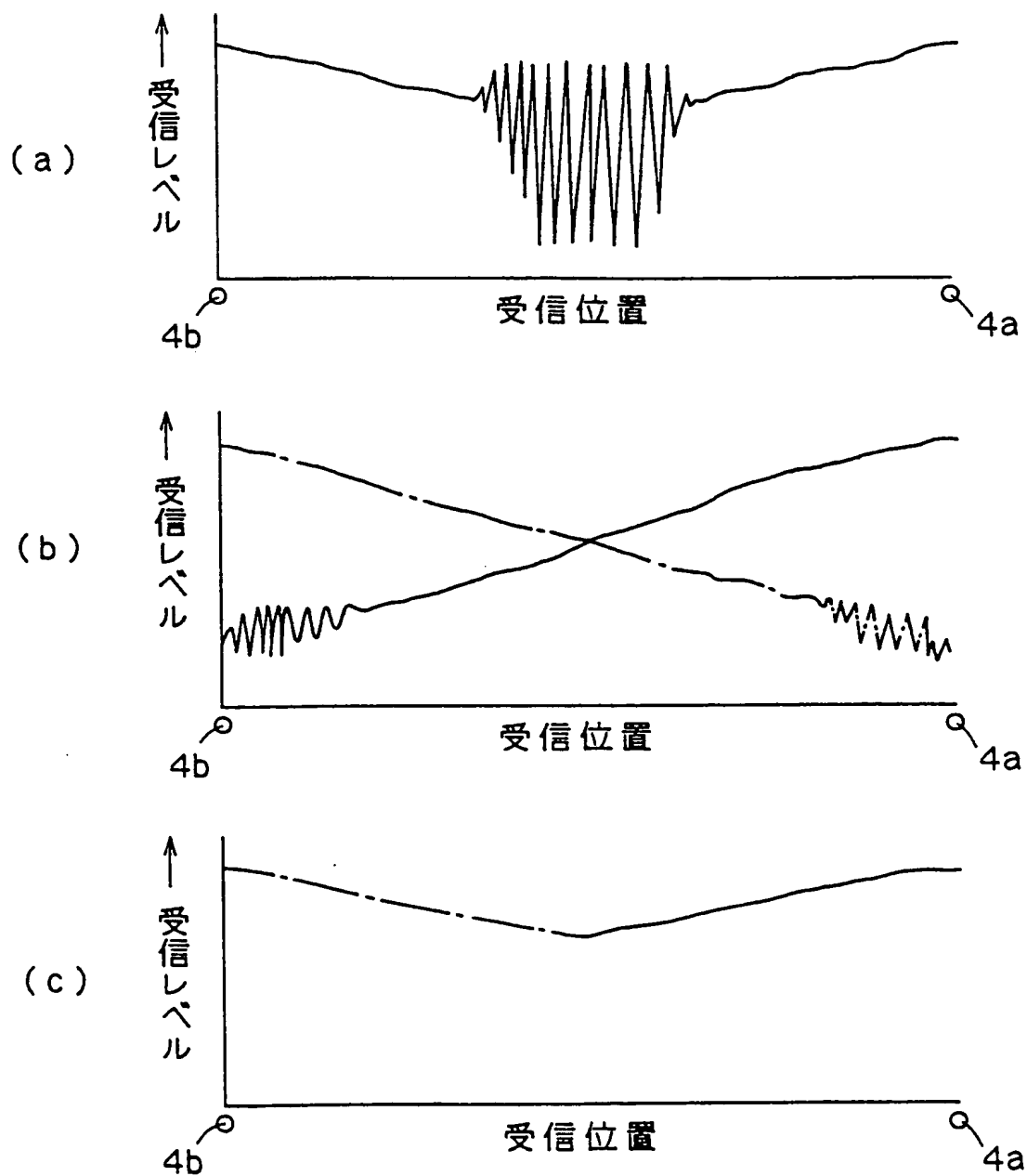
5/28

図 5



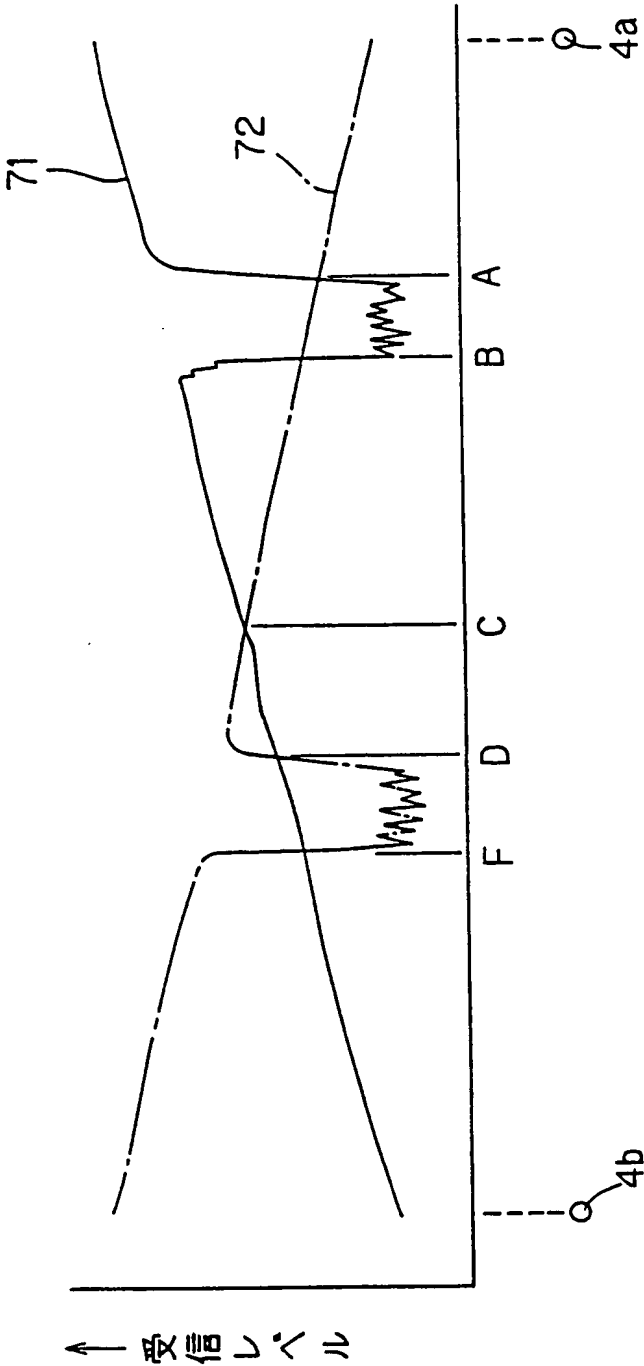
6/28

図 6



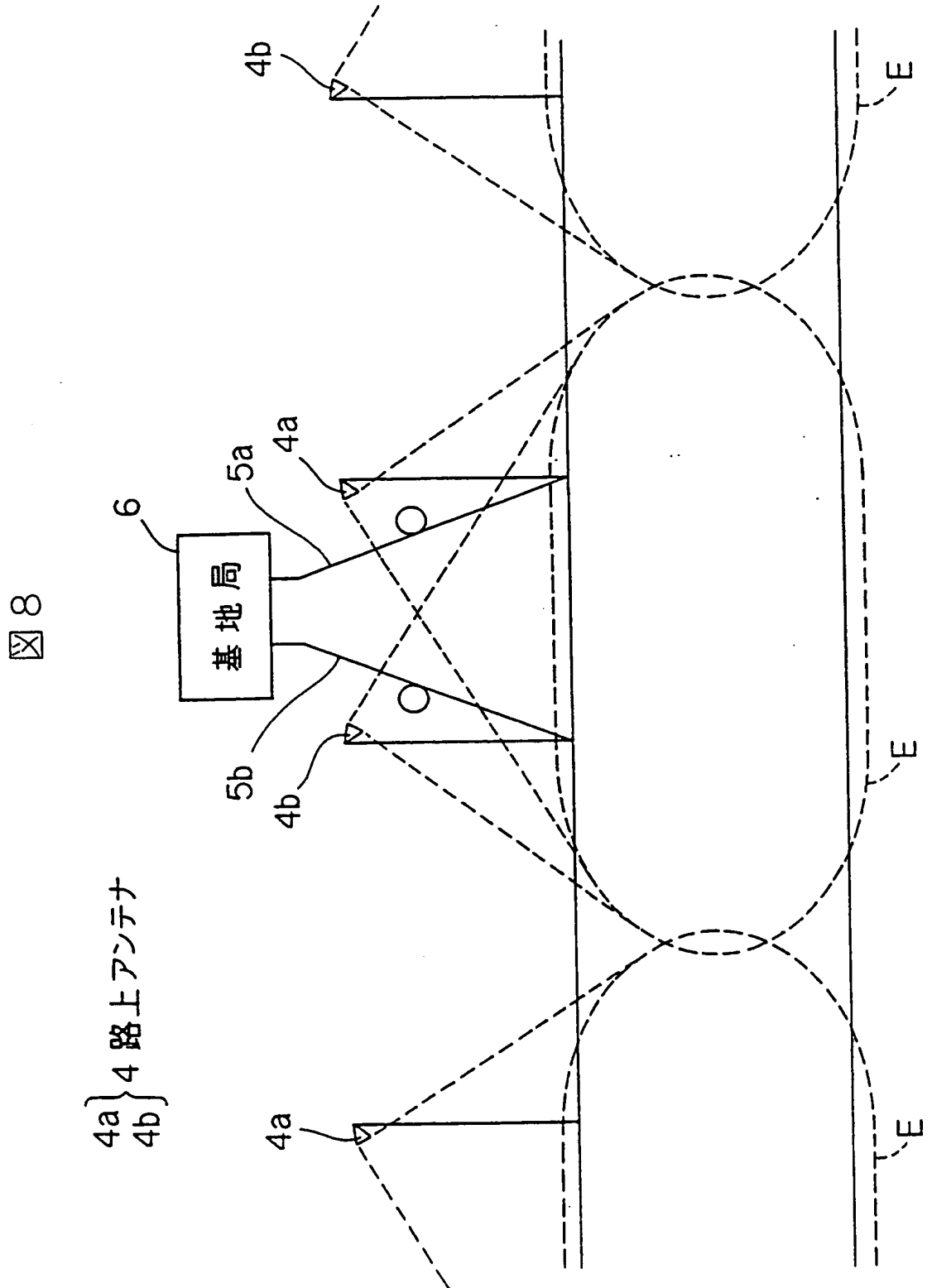
7/28

図 7



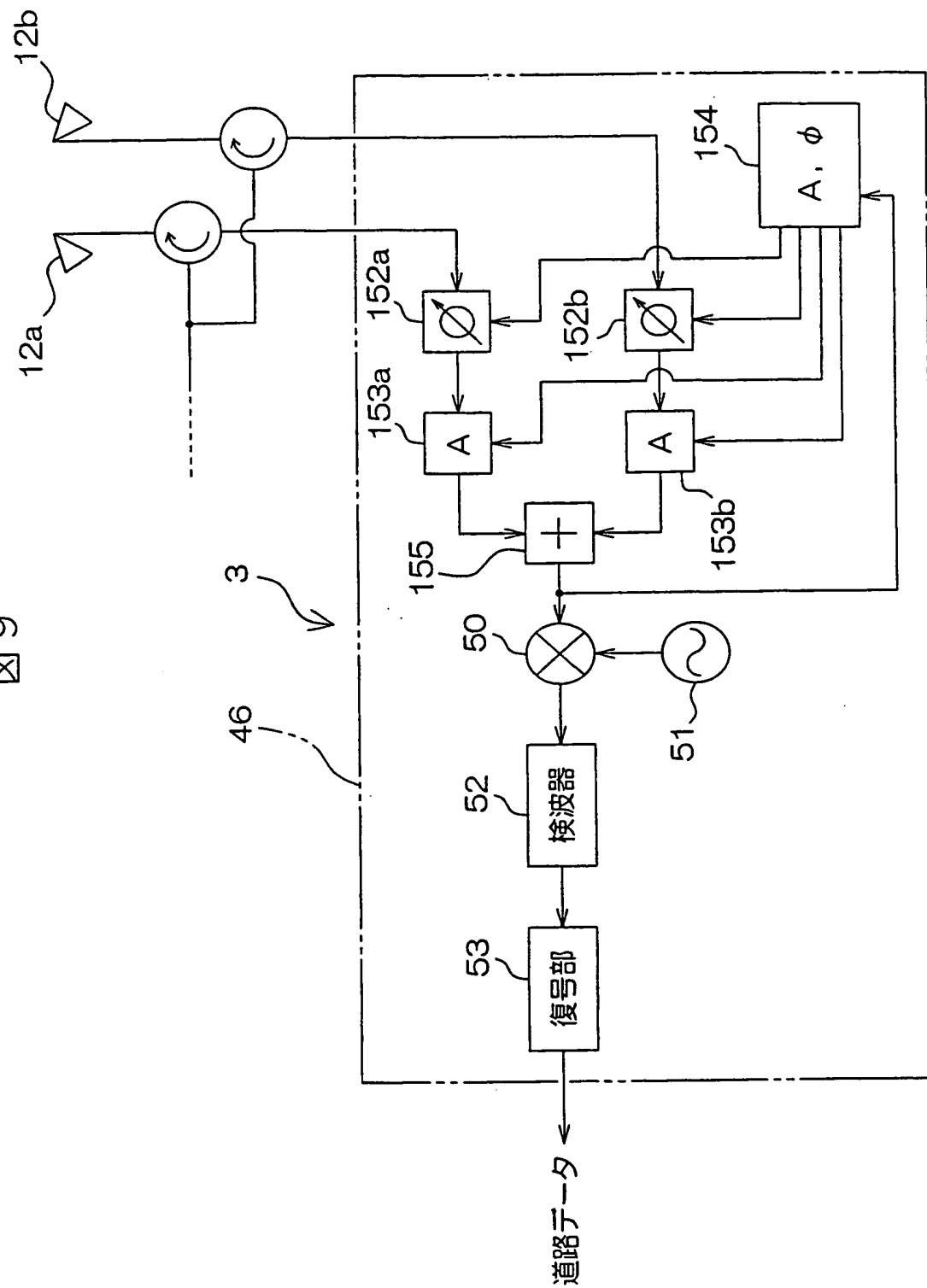


8/28



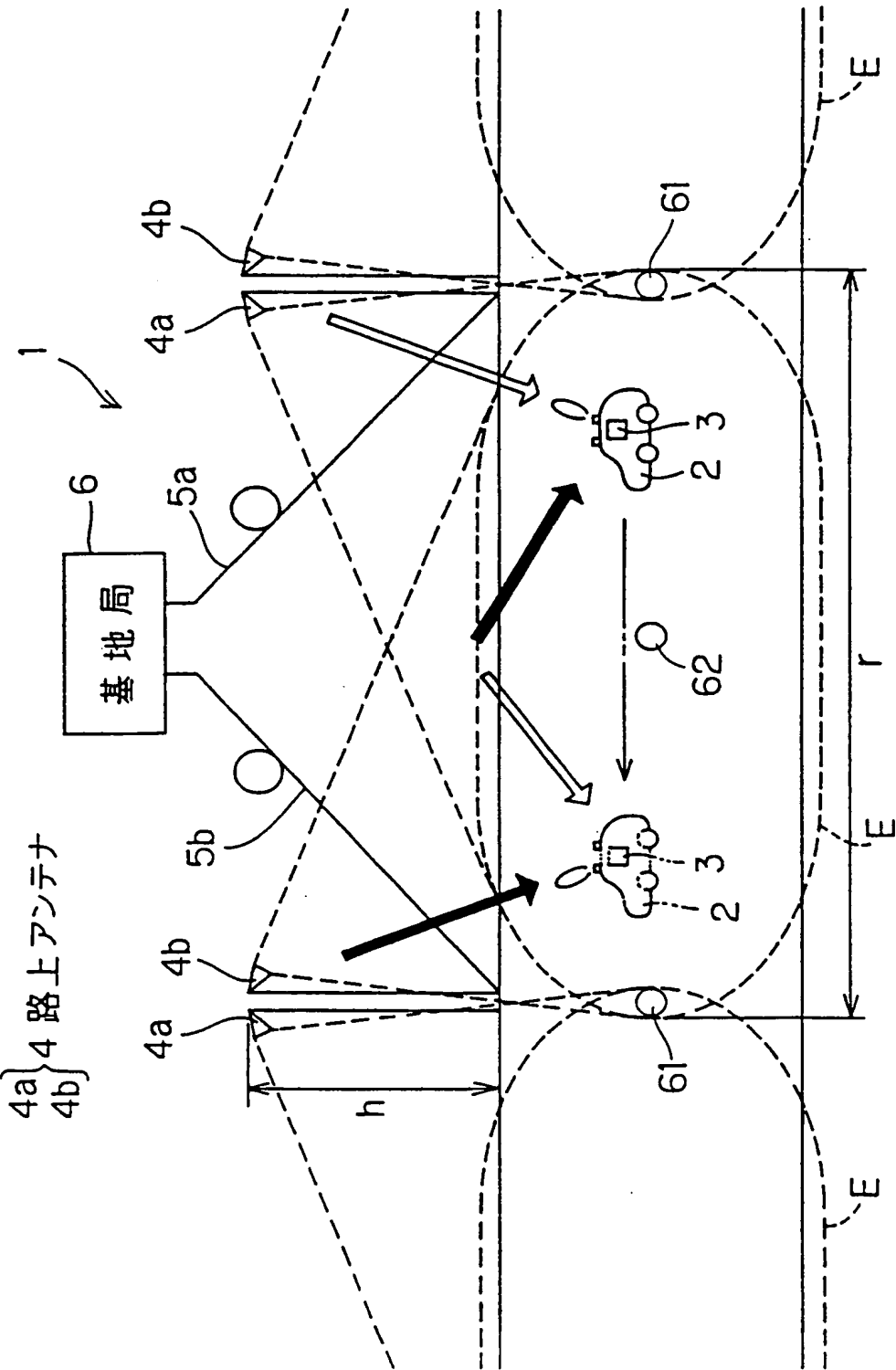
9/28

図 9



10/28

図10



11/28

図 11

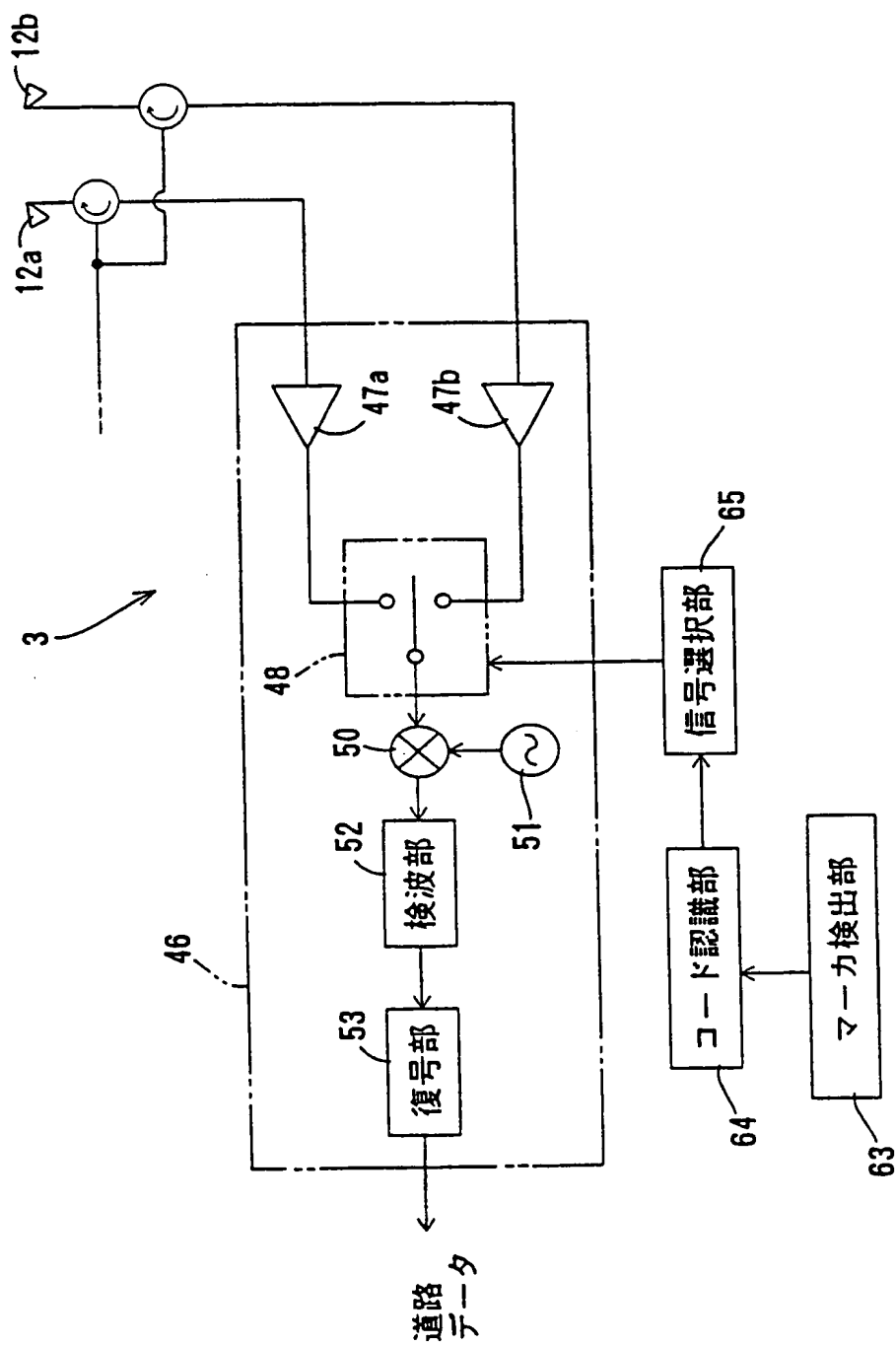
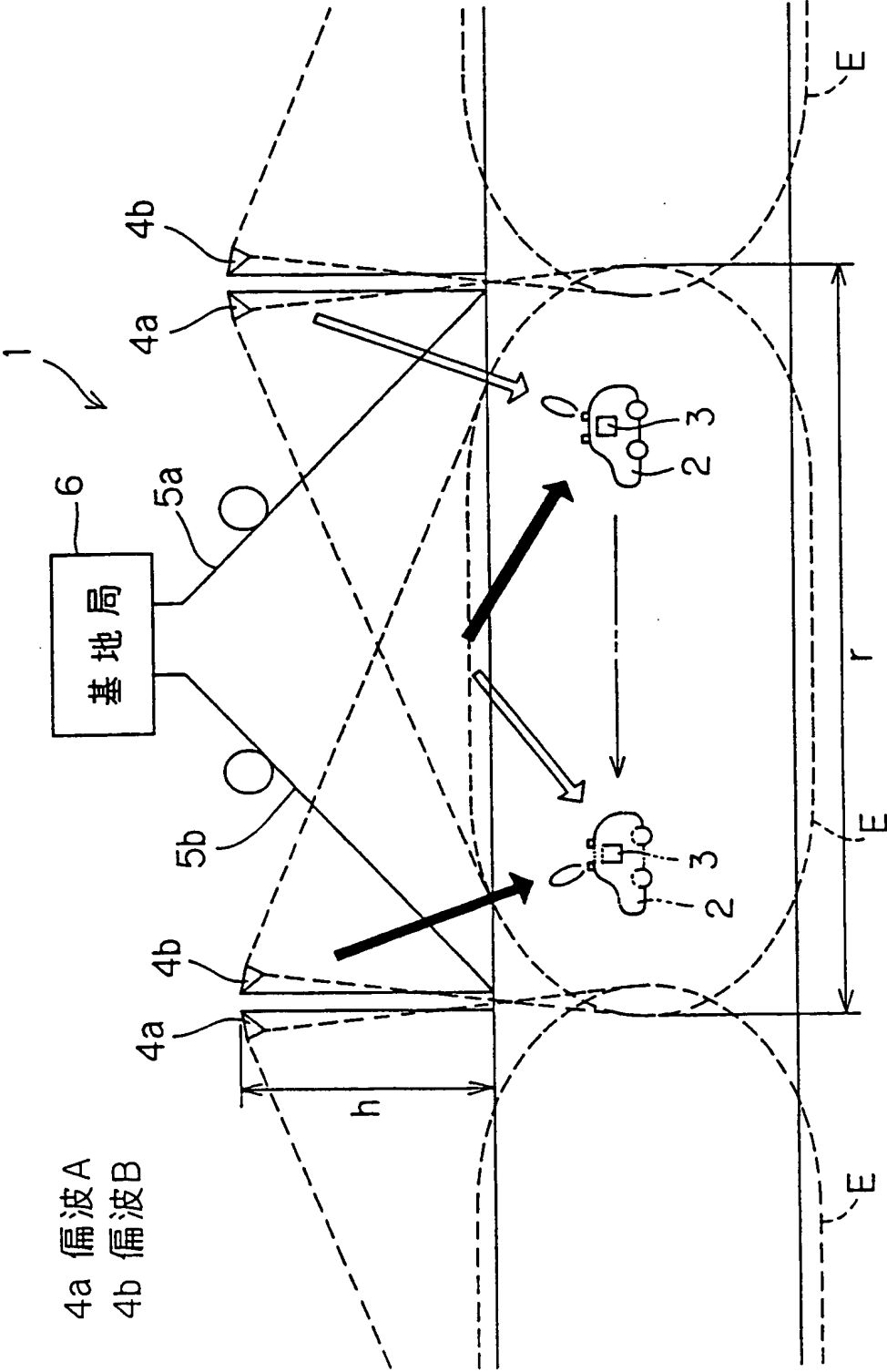


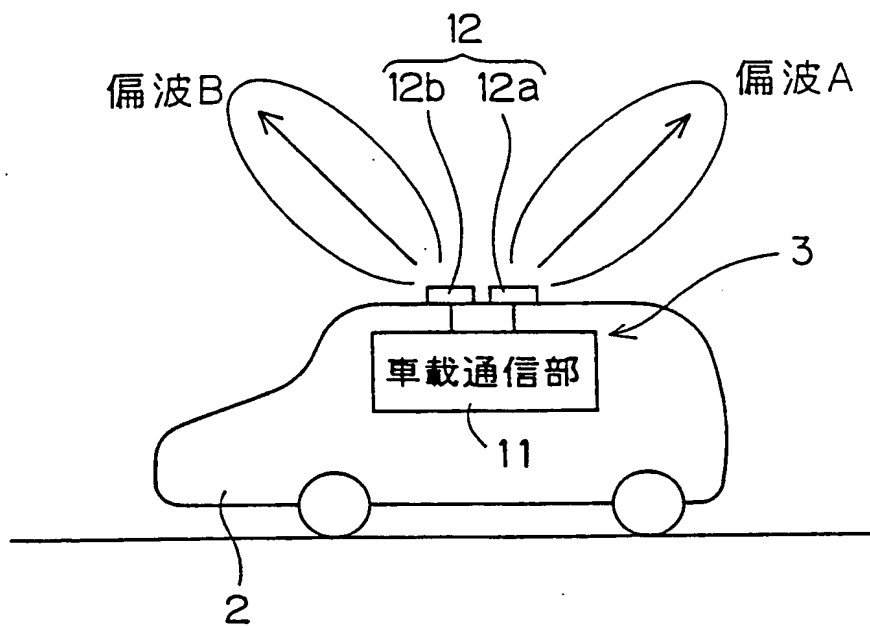
図12



4a 偏波A  
4b 偏波B

13/28

図 13



14/28

図 14

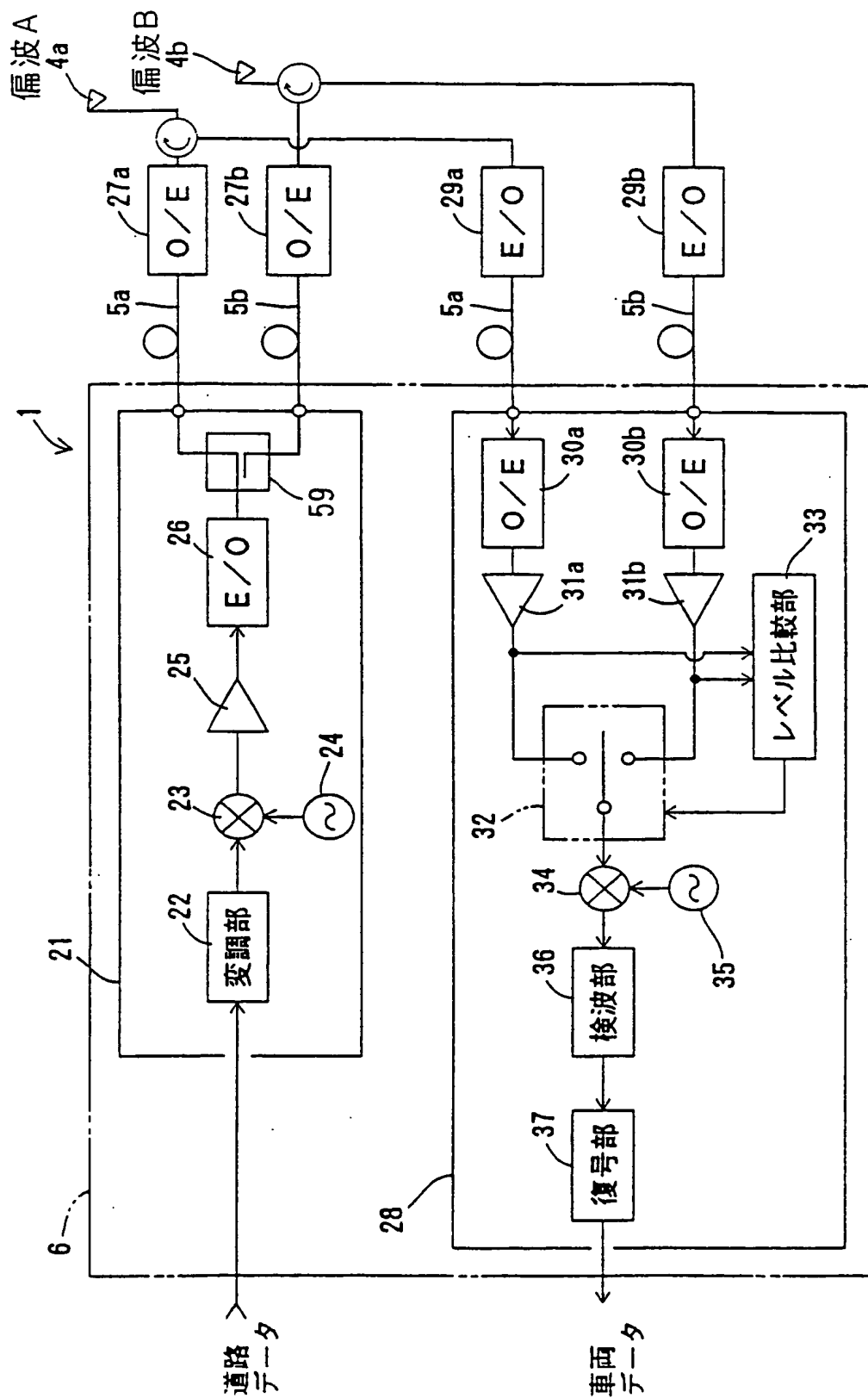
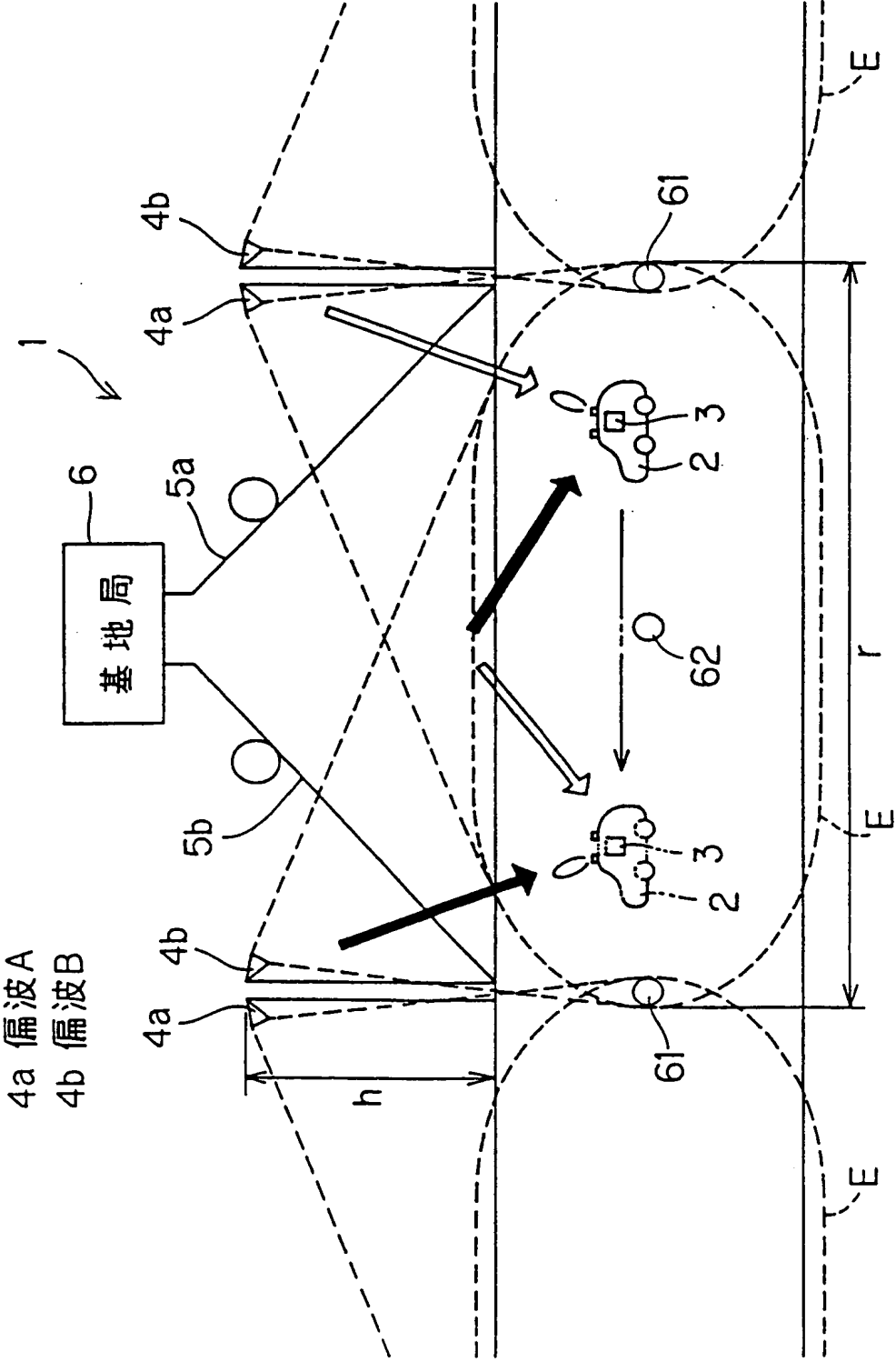




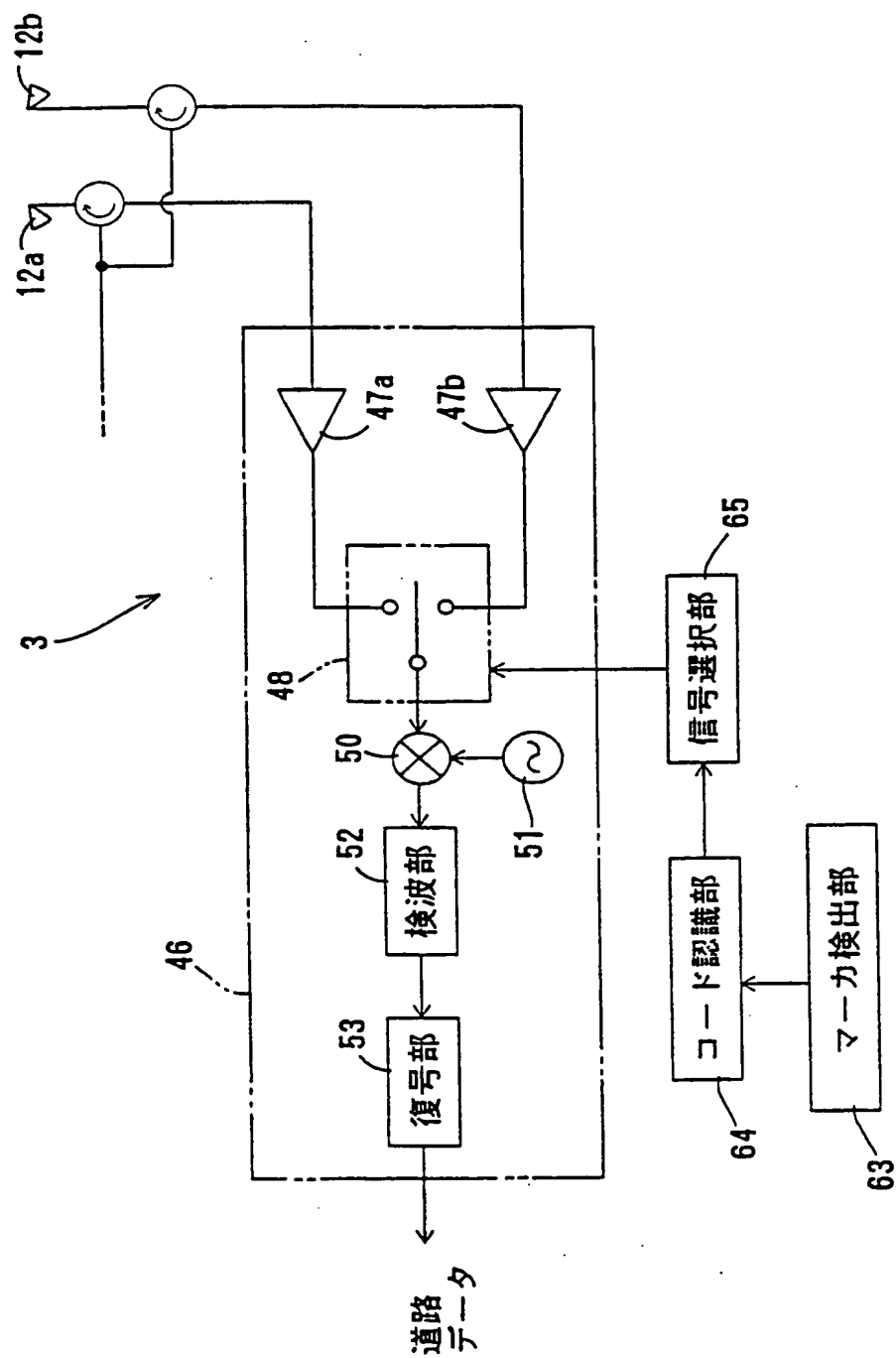


図16



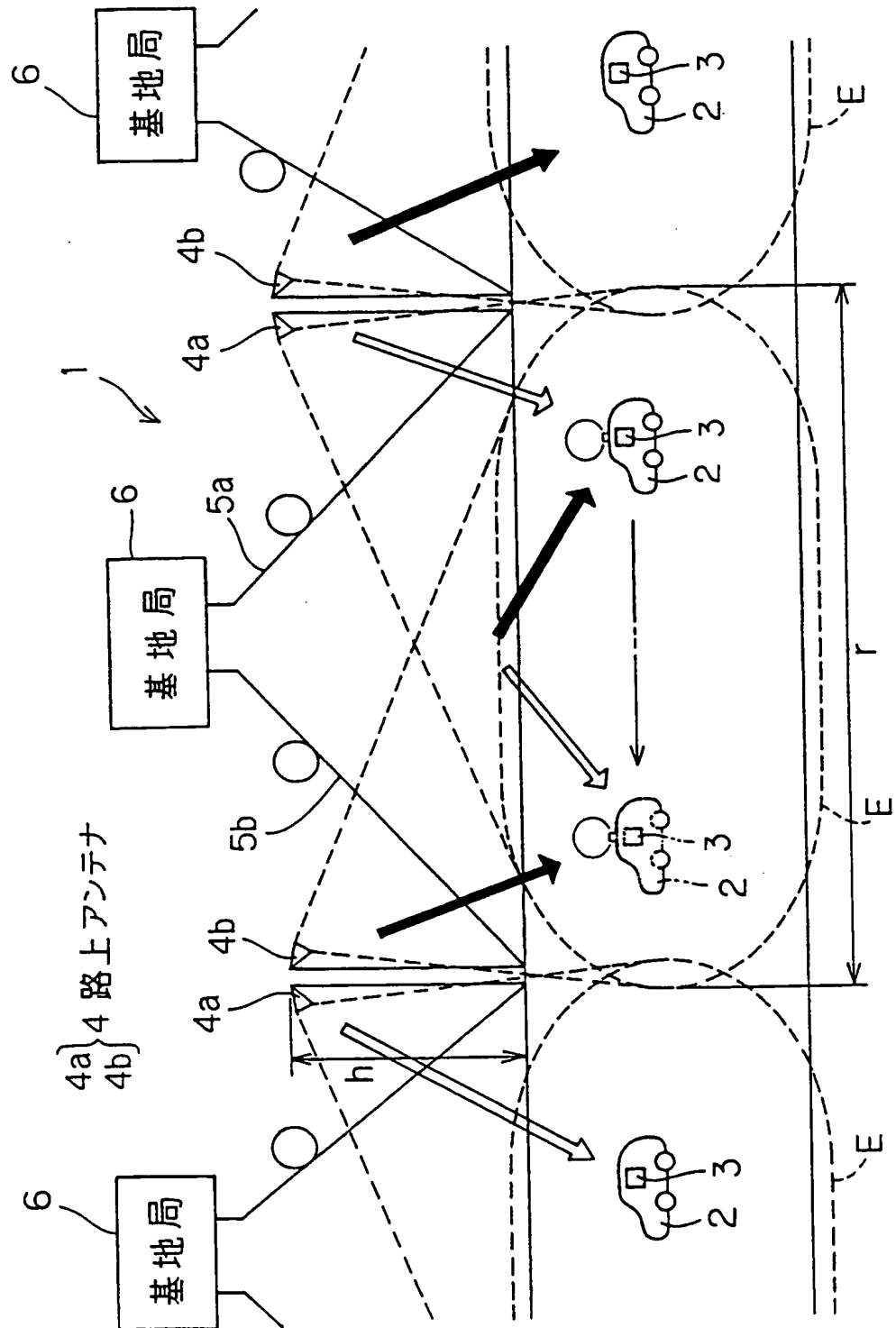
17/28

図 17



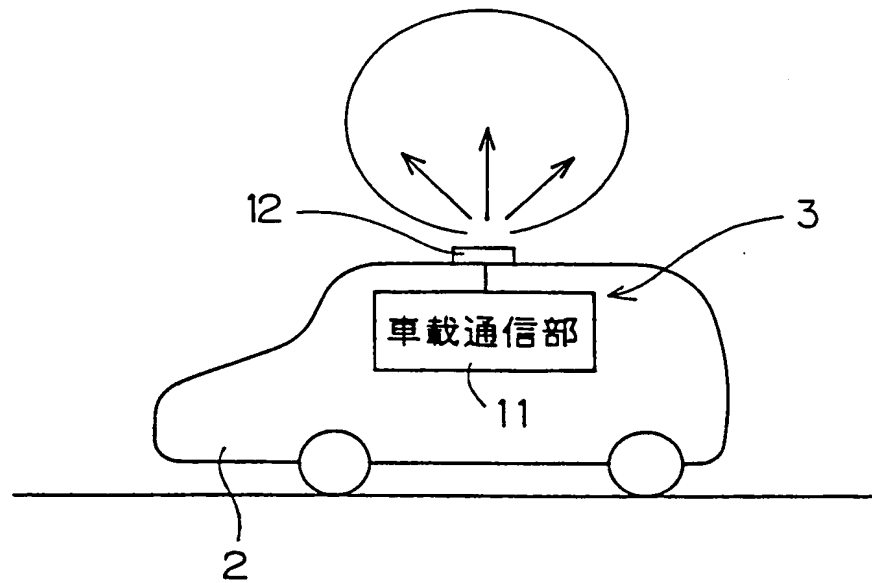
18/28

図18



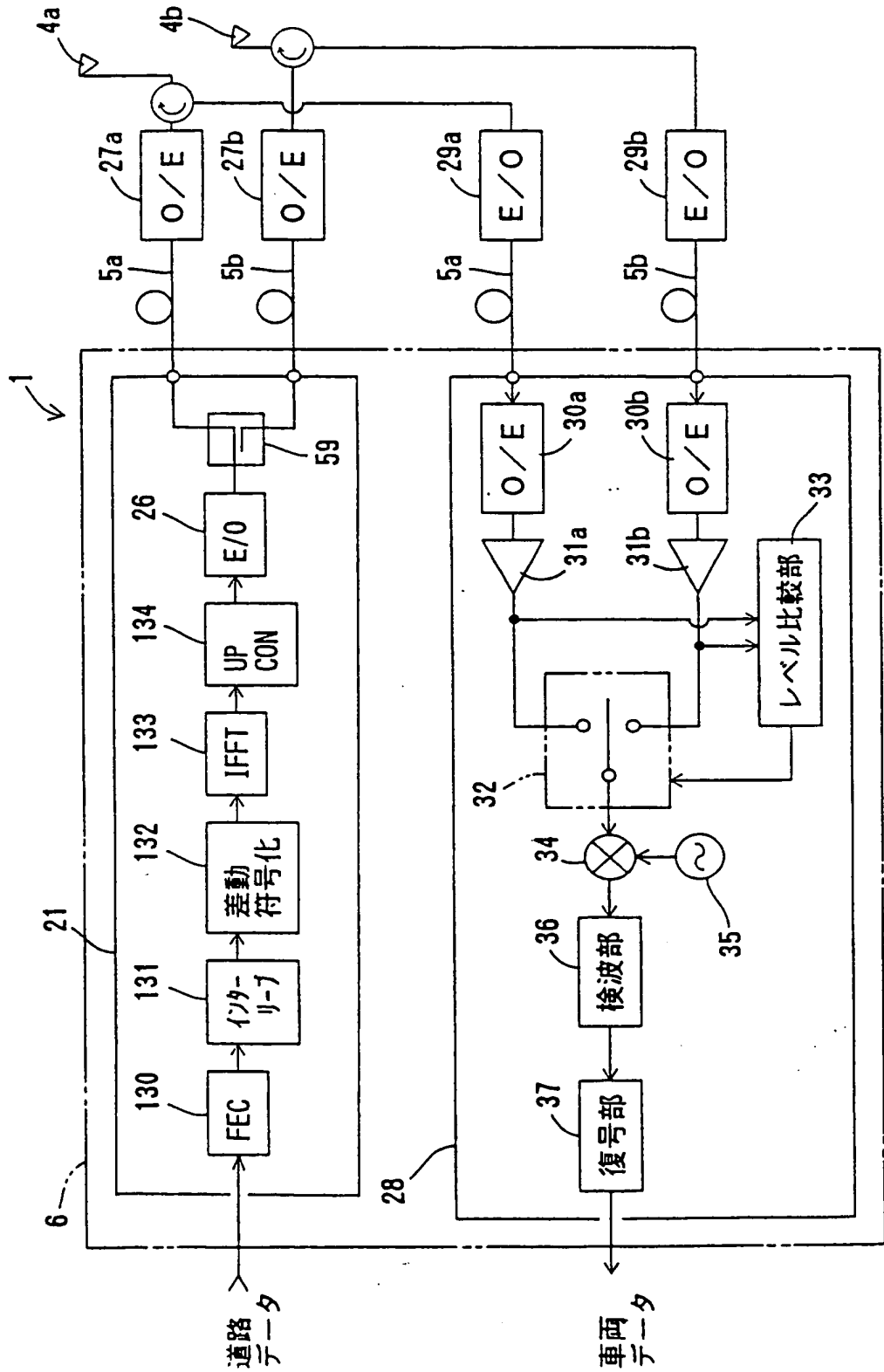
19/28

19



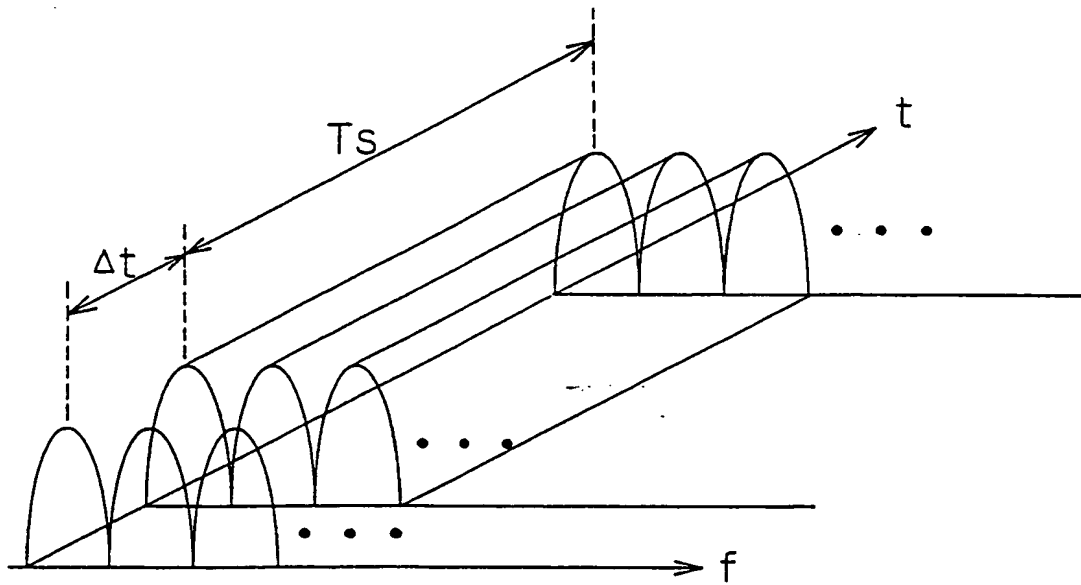
20/28

図 20



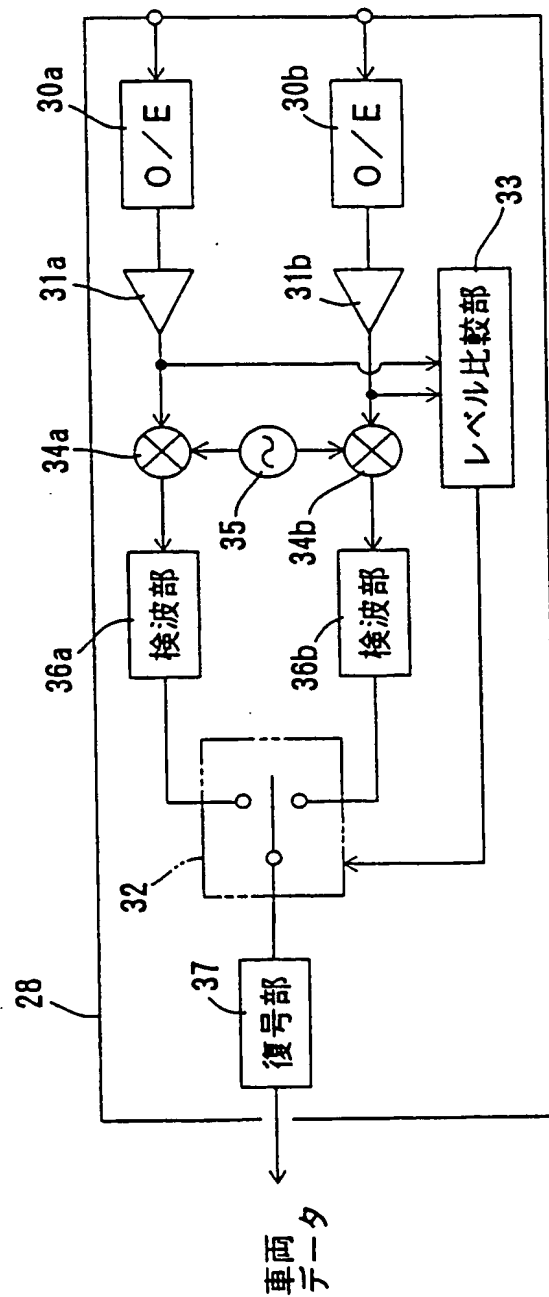
21/28

21



22/28

図 22



23/28

図 23

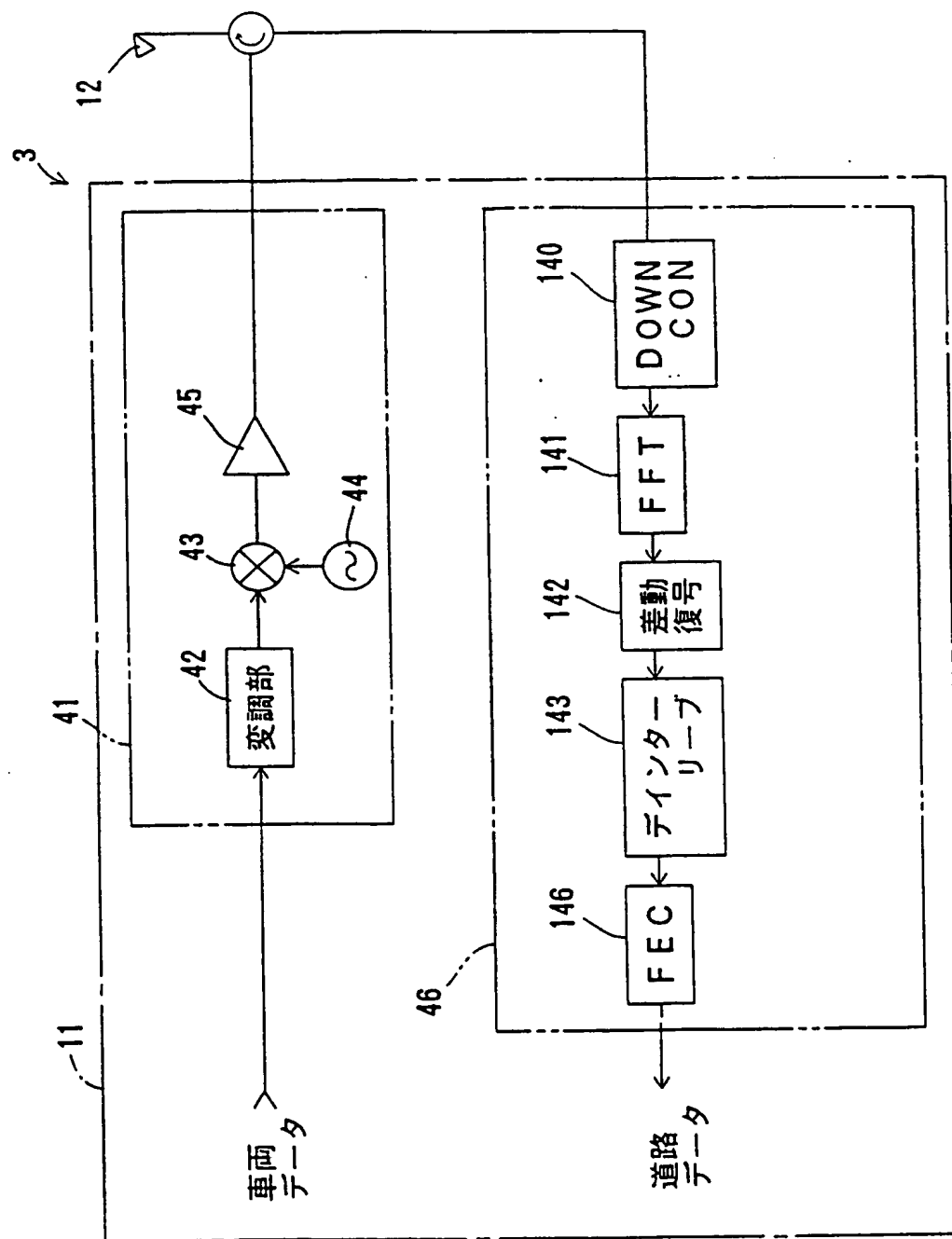
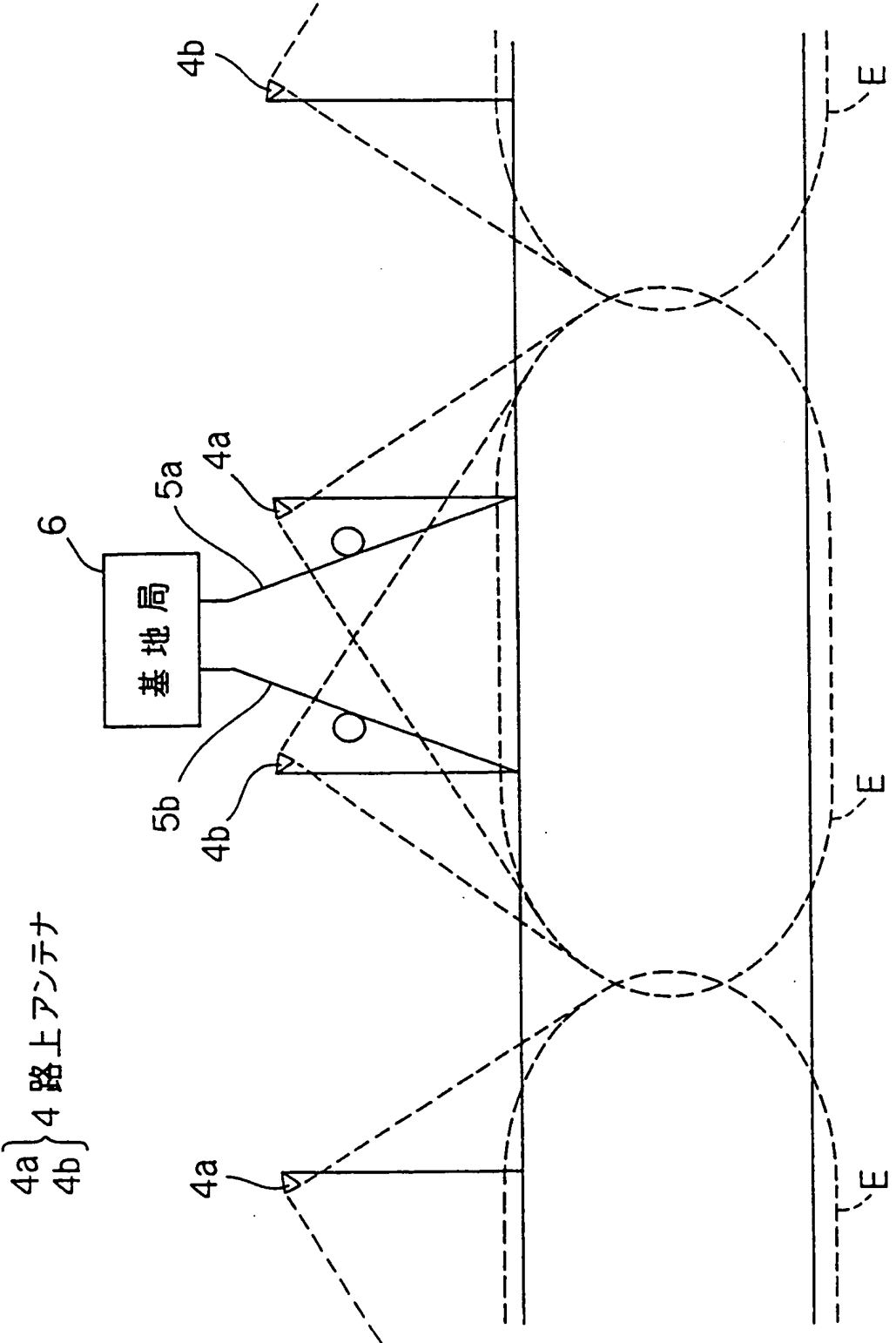




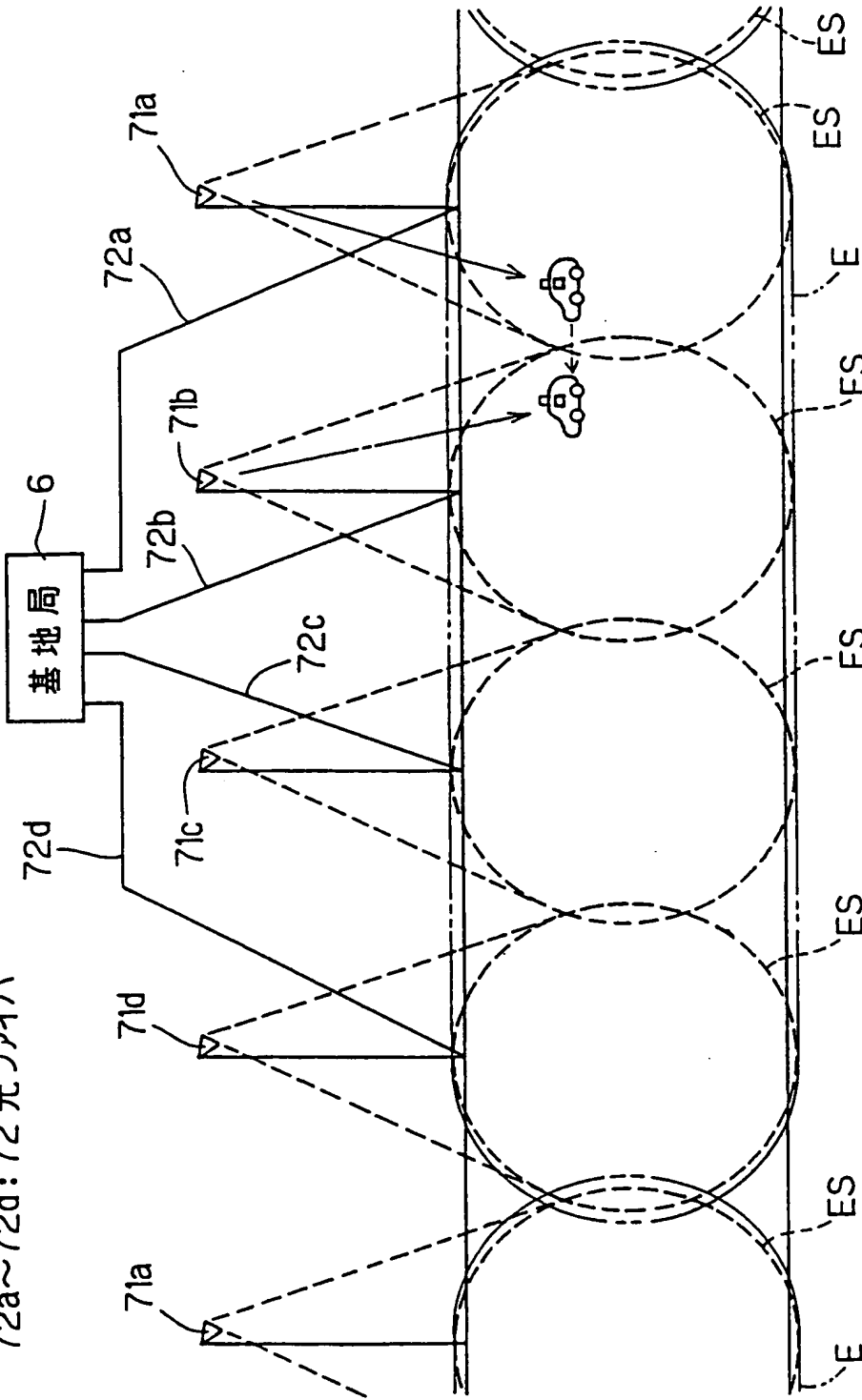
図 24



4a } 4路アンテナ  
4b }

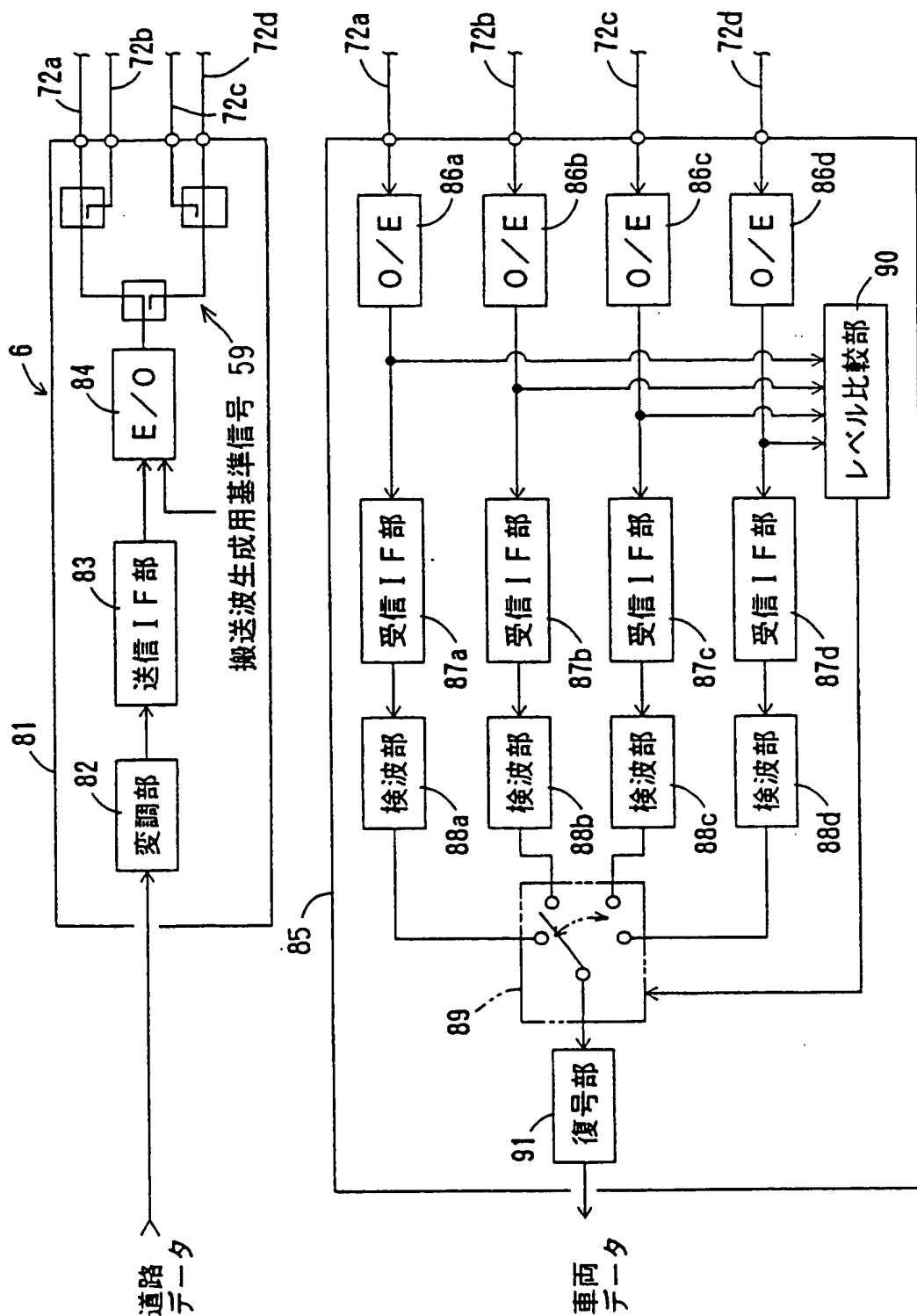
図 25

71a~71d: 71 路上アンテナ  
72a~72d: 72 光ファイバ



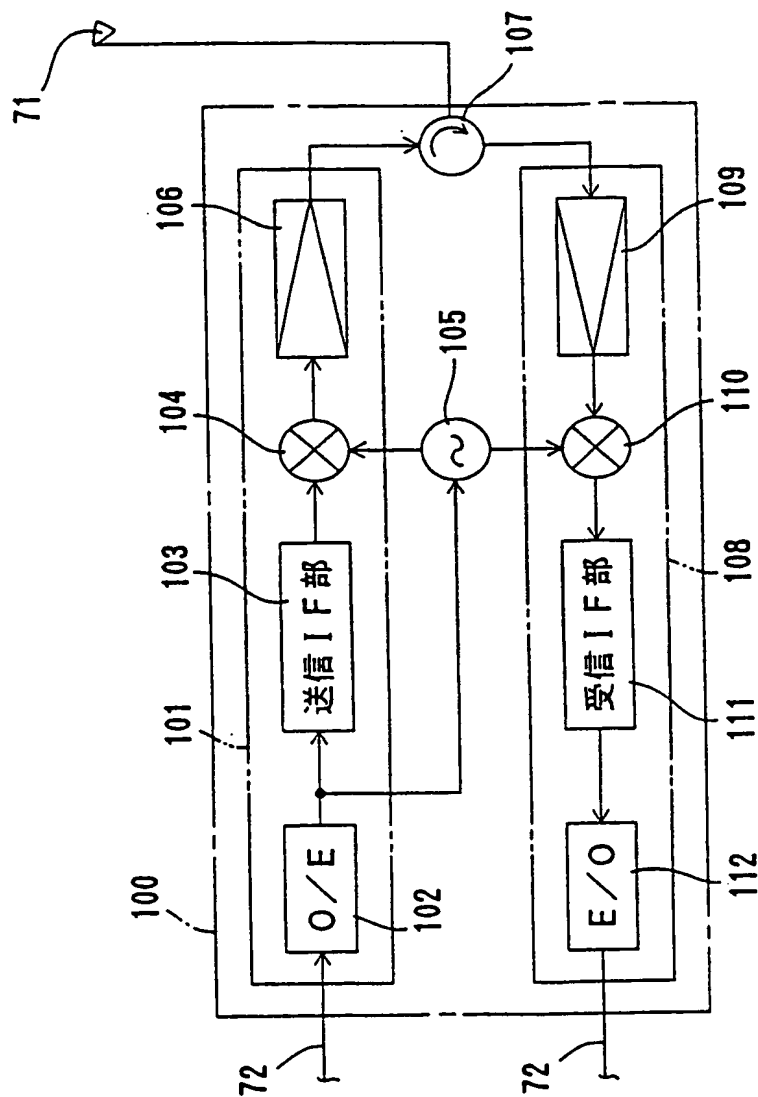
26/28

図 26



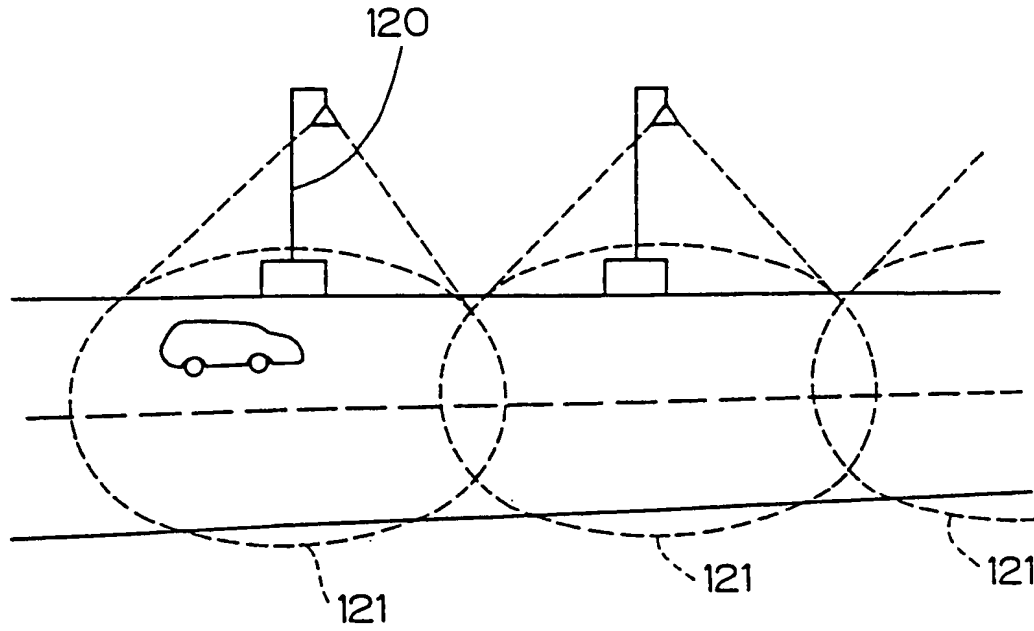
27/28

図 27

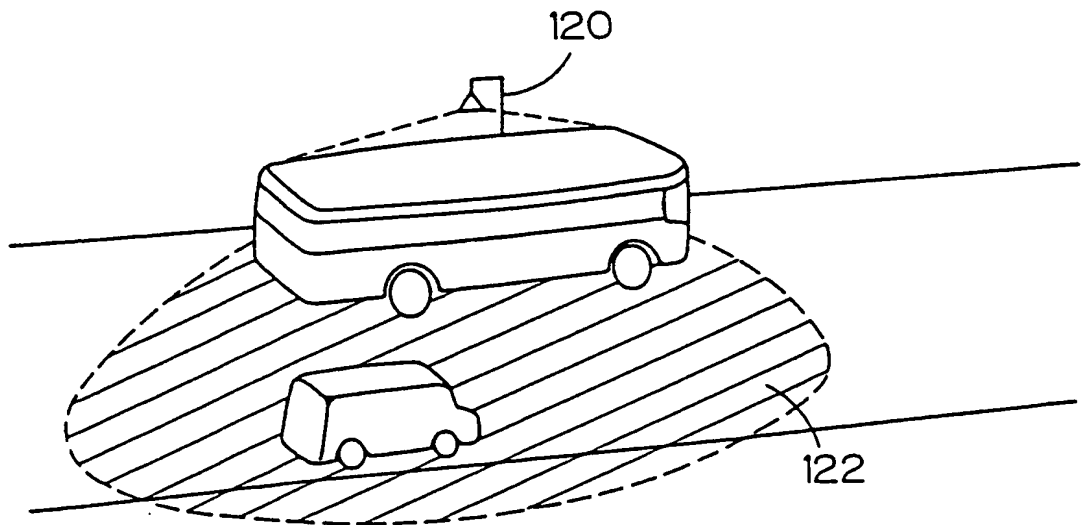


28/28

28



29



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04314

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>6</sup> H04B7/10, H04B7/08, H04B7/26, H04B10/00, H04J11/00, G08G1/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> G08G1/00-9/02,  
H04B7/00, 7/02-7/12, H04L1/02-1/06,  
H04B7/24-7/26, 113, H04Q7/00-7/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 02-186728, A (Hitachi, Ltd.), 23 July, 1990 (23.07.90) (Family: none)	1-6
Y	JP, 02-162929, A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 22 June, 1990 (22.06.90) (Family: none)	7-11
Y	JP, 10-256971, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 25 September, 1998 (25.09.98) (Family: none)	7-11
Y	JP, 09-192793, A (Israel State), 20 June, 1997 (20.06.97), & US, 5691727, A & DE, 19548941, A1	13-18
Y	JP, 10-145273, A (Nippon Ido Tsushin K.K.), 29 May, 1998 (29.05.98) (Family: none)	19-23
Y	JP, 09-284251, A (Jisedai Digital Television Hoso System Kenkyusho K.K.), 31 October, 1997 (31.10.97) (Family: none)	25-27
EY	JP, 11-289285, A (Toyota Central Res. & Dev. Lab. Inc.), 19 October, 1999 (19.10.99) (Family: none)	28-30

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search  
02 November, 1999 (02.11.99)

Date of mailing of the international search report  
16 November, 1999 (16.11.99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04314

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 05-259736, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 08 October, 1993 (08.10.93) & US, 5349360, A & GB, 2265495, A	4
A	JP, 63-233620, A (Sumitomo Electric Industries Ltd.), 29 September, 1988 (29.09.88) (Family: none)	12,24
A	JP, 03-126328, A (Toshiba Corporation), 29 May, 1991 (29.05.91) (Family: none)	7-11,19-23
A	JP, 10-261193, A (Mitsubishi Electric Corporation), 29 September, 1998 (29.09.98) (Family: none)	1-33

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>8</sup> H04B 7/10, H04B 7/08, H04B 7/26, H04B10/00, H04J11/00, G08G 1/09		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>8</sup> G08G1/00-9/02, H04B7/00, 7/02-7/12, H04L1/02-1/06, H04B7/24-7/26, 113, H04Q7/00-7/04		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996 日本国公開実用新案公報 1971-1999 日本国実用新案登録公報 1996-1999 日本国登録実用新案公報 1994-1999		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 02-186728, A (株式会社日立製作所), 23. 07月. 1990 (23. 07. 90) (ファミリーなし)	1-6
Y	JP, 02-162929, A (住友電気工業株式会社), 22. 06月. 1990 (22. 06. 90) (ファミリーなし)	7-11
Y	JP, 10-256971, A (日本電信電話株式会社), 25. 09月. 1998 (25. 09. 98) (ファミリーなし)	7-11
Y	JP, 09-162793, A (イスラエル国), 20. 06月. 1997 (20. 06. 97) & US, 5691727, A&D E, 19548941, A1	13-18
Y	JP, 10-145273, A (日本移動通信株式会社), 29. 05月. 1998 (29. 05. 98) (ファミリーなし)	19-23
Y	JP, 09-284251, A (株式会社次世代デジタルテレビジ	25-27
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 02. 11. 99	国際調査報告の発送日 16.11.99	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 鈴木 匡明 印	5 J 9654
電話番号 03-3581-1101 内線 3536		



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E Y	ョン放送システム研究所), 31. 10月. 1997 (31. 10. 97) (ファミリーなし)	
A	J P, 11-289285, A (株式会社豊田中央研究所), 19. 10月. 1999 (19. 10. 99) (ファミリーなし)	28-30
A	J P, 05-259736, A (日産自動車株式会社), 08. 10月. 1993 (08. 10. 93) & US, 5349360, A & GB, 2265495, A	4
A	J P, 63-233620, A (住友電気工業株式会社), 29. 09月. 1988 (29. 09. 88) (ファミリーなし)	12, 24
A	J P, 03-126328, A (株式会社東芝), 29. 05月. 1991 (29. 05. 91) (ファミリーなし)	7-11, 19-23
A	J P, 10-261193, A (三菱電機株式会社), 29. 09月. 1998 (29. 09. 98) (ファミリーなし)	1-33